

# Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa

Vuosiraportti 2012

Raimo Mustonen (toim.)

Strålningsövervakning av miljön i Finland

Årsrapport 2012

Surveillance of Environmental Radiation in Finland

Annual Report 2012



# Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa

Vuosiraportti 2012

Raimo Mustonen (toim.)



Strålningsövervakning av miljön i Finland

Årsrapport 2012

Surveillance of Environmental Radiation in Finland

Annual Report 2012

Taitto/Layout:

Nina Sulonen

Säteilyturvakeskus/Strålsäkerhetscentralen/Radiation and Nuclear Safety Authority

Kopijyvä Oy, Espoo 2013

ISBN 978-952-478-830-4 (nid.)

ISBN 978-952-478-831-1 (pdf)

ISSN 0781-1713

*MUSTONEN Raimo (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2012. STUK-B 159. Helsinki 2013. 71 s. + liitteet 3 s.*

**Avainsanat:** säteilyvalvonta, ulkoinen säteily, ilma, laskeuma, vesi, maito, elintarvikkeet, ihminen

## Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan tavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä elinympäristössä esiintyvistä keino- ja luonnon säteilystä, jolle väestö altistuu. Toisena tavoitteena on havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ole ristiriidassa säteilysuojelun perusperiaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvatoimisella säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin.

Tämä raportti sisältää yhteenvedon ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista vuonna 2012 sekä eräitä vertailuja aikaisempien vuosien tuloksiin. Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteily- ja keino- tekoisten radioaktiivisten aineiden valvonta ympäristössä. Luonnonsäteily ja luonnon radioaktiiviset aineet eivät vielä kuulu tämän valvontaohjelman piiriin, vaikka valtaosa väestön säteilyaltistuksesta saadaankin luonnonsäteilystä. Vuodesta 2013 lähtien luonnon radioaktiiviset aineet sisällytetään ympäristön säteily- valvontaohjelmaan. Lisäksi valvontaohjelmaa kehitetään niin, että siihen sisällytetään muutaman vuoden välein tehtäviä aihekohtaisia selvityksiä. Säteilyturvakeskus (STUK) myös varautuu lainsäädännön muutoksiin, joilla STUKin roolia ydinvoimalaitosten ja kaivosten ympäristön säteilyvalvonnassa vahvistetaan.

Suomessa valtakunnallisesta ympäristön säteilyvalvonnasta vastaa Säteilyturvakeskus. Valvontavelvoite perustuu STUKista annettuun asetukseen ja toisaalta säteilyasetukseen. Myös Euratom-sopimus velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita jatkuvasti valvomaan radioaktiivisuuden tasoja ilmassa, vedessä ja maaperässä. STUKin lisäksi myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat omilla havainto- asemillaan säteilyn esiintymistä ympäristössä. Säteilyturvakeskuksen Tutkimus ja ympäristövalvonta (TKO), vuodesta 2013 lähtien Ympäristön säteilyvalvonta (VALO), on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T167 (akkreditointistandardi EN ISO/IEC 17025:2005). Lähes kaikki STUKin tekemät ympäristön säteilyvalvontaan liittyvät analyysit on tehty akkreditointivaatimusten mukaisesti.

Säteilyturvakeskuksen yhteistyökumppanit ympäristön säteilyvalvonnassa keräävät ja toimittavat näytteitä analysoitavaksi, osallistuvat ihmisten säteilymittauksiin tai vastaavat keräysasemien toiminnasta. Säteilyturvakeskus haluaa kiittää hyvää yhteistyöstä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia yhteistyökumppaneita: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Arktinen keskus, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Kotkan pelastuslaitos, Kaakkois-Suomen ELY-keskus, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Lapin ELY-keskus, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Oulun Vesi, Turun vesilaitos, Valio Oy, HUS Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri/Kirurginen sairaala/Ravioli, Tampereen yliopistollinen (keskus)sairaala, Lapin keskussairaala, Helsingin seudun ympäristöpalvelut, Helsingin Yhteislyseo, Hatanpään yläaste ja lukio, sekä Rovaniemen koulutoimi/Korkalovaaran yläaste ja Lyseonpuiston lukio. Säteilyvalvonnan sidosryhmille tehty kyselyt ovat osoittaneet, että sidosryhmät ovat varsin tyytyväisiä säteilyvalvonnan toteutukseen ja tulosten raportointiin.

Tämä raportti on viimeinen pelkästään keinotekoisista säteilyä käsittelevä ympäristön säteilyvalvontaraportti. Raportin tarkoituksena on antaa tietoa ympäristön säteilytilanteesta Suomessa kaikille asiasta kiinnostuneille. STUK toimittaa säännöllisesti valvontatietoja myös Euroopan komissiolle ja tämä raportti on yhteenvedo komissiolle toimitetuista tiedoista. Raportti on myös löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen, apulaisjohtaja

*MUSTONEN Raimo (ed.). Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2012. STUK-B 159. Helsingfors 2013. 71 s. + bilagor 3 s.*

**Nyckelord:** strålningsövervakning, yttre strålning, luft, nedfall, vatten, mjölk, livsmedel, människa

## Företal

Huvudsyftet med övervakningen av strålning i miljön är att fortlöpande vara medveten om vilken artificiell strålning befolkningen utsätts för. Ett annat mål är att upptäcka alla betydande förändringar i strålningsnivåerna i miljön och förekomsten av radioaktiva ämnen i miljön. Med övervakningen säkras att befolkningen inte bestrålas i strid med huvudprinciperna för strålskydd och att dosgränserna i strålskyddslagstiftningen inte överskrids. Den kontinuerliga bevakningen upprätthåller och utvecklar också beredskapen att reagera snabbt och sakkunnigt i exceptionella strålningslägen.

Rapporten innehåller sammandrag av övervakningsresultaten år 2012 samt några jämförelser med tidigare år. Miljöövervakningen av strålning innefattar övervakning av artificiell strålning och artificiella radioaktiva ämnen i miljön. Naturlig strålning och naturliga radioaktiva ämnen hör inte ännu till övervakningen fastän den största delen av befolkningens utsättning för strålning fås från den naturliga strålningen. Från och med år 2013 inkluderas även naturliga radioaktiva ämnen i övervakningsprogrammet. Dessutom kommer övervakningsprogrammet att utvecklas på ett sådant sätt att tematiska utredningar, som genomförs med några års mellanrum, inkluderas i programmet. Strålsäkerhetscentralen (STUK) förbereder sig även för lagändringar som kommer att förstärka STUK's roll i miljöövervakning av strålning kring kärnkraftverk och gruvor.

I Finland ansvarar Strålsäkerhetscentralen för övervakningen av strålning. Uppgiften ges i förordningen om STUK och förordningen om strålskydd. Även Euratomfördraget förpliktar medlemsländerna i Europeiska unionen att fortlöpande övervaka radioaktivitetsnivåerna i luft, vatten och jordmån. Förutom STUK följer också Meteorologiska institutet och försvarsmakten med strålningen i miljön med sina egna mätstationer. Forskning och miljöövervakning (TKO) vid Strålsäkerhetscentralen, Miljöövervakning av strålning (VALO) från och med år 2013, är ackrediterat av FINAS (Finnish Accreditation Service) som testningslaboratorium T167 enligt standarden EN ISO/IEC 17025:2005. Nästan alla analyser med anknytning till strålningsövervakningen är utförda enligt ackrediteringskraven.

Strålsäkerhetscentralens samarbetspartners inom miljöstrålövervakningen samlar in prov och sänder in dem till analys, deltar i helkroppsmätningar eller sköter mätstationernas verksamhet. STUK tackar följande institut för gott samarbete: Försvarsmakten, Meteorologiska institutet, Arktiskt centrum, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Räddningsverket i Kotka, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Sydöstra Finland, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Norra Österbottens, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Lappland, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland, HNS Helsingfors och Nylands sjukvårdsdistrikt/ Kirurgiska sjukhuset/Ravioli, Vattenverk i Uleåborg och Åbo, Valio Ab, Tammerfors universitetssjukhus (centralsjukhus), Lapplands centralsjukhus, Helsingforsregionens miljötjänster, Gymnasiet Helsingin Yhteislyseo, Hatanpää högstadium och gymnasium, och Rovaniemi skoldistrikt/Korkalovaara högstadium och Lyseonpuisto gymnasium. Enkäter riktade till intressentgrupperna för strålningsövervakning har visat att grupperna har varit mycket nöjda med förverkligandet av strålningsövervakningen och med rapporteringen av resultaten.

Denna rapport är den sista uppföljningsrapport med fokus på endast artificiell strålning. Syftet med denna rapport är att förmedla kunskap om strålningsläget i den finländska miljön till alla intresserade. STUK förmedlar regelbundet uppgifter om övervakningen till Europeiska kommissionen och denna rapport är ett sammandrag av de uppgifter som sänds till kommissionen. Rapporten finns även på Strålsäkerhetscentralens hemsida på adressen [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen, biträdande direktör

*MUSTONEN Raimo (ed.). Surveillance of environmental radiation in Finland. Annual report 2012. STUK-B 159. Helsinki 2013. 71 pp. + Appendices 3 pp.*

**Key words:** radiation surveillance, external radiation, airborne radioactivity, deposition, water, milk, foodstuffs, human body

## Preface

The main goal of the surveillance of environmental radioactivity is to be always aware of levels of artificial radiation in the environment to which the public is exposed. Another goal is to detect all remarkable changes in levels of environmental radiation and radioactivity. Compliance with the basic safety standards laid down for protection of health of the general public against dangers arising from ionising radiation can be ensured with environmental radiation surveillance. Running of surveillance programmes on continuous basis also maintains and develops competence and readiness to respond to radiological emergencies.

This report summarises the results of environmental radiation surveillance in 2012. The report also contains some comparisons with results from the previous years. Surveillance of environmental radiation contains surveillance of artificial radiation and artificial radioactive elements in the environment. Natural radiation and natural radioactive elements are not yet associated with the surveillance programme, although the greatest part of the public exposure to radiation is caused by natural radiation. From 2013 natural radioactive elements will be included in the surveillance programme. In addition, the programme will be developed in such a way as to include thematic investigations every few years. Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) also prepares for legislative changes aiming to strengthen STUK's role control of radiation in the environment of nuclear power plants and mines.

Surveillance of environmental radioactivity in Finland is one of the official obligations of STUK. This obligation is based on the national and the European Communities' legislation. The Finnish radiation protection legislation appoints STUK as the national authority responsible for surveillance of environmental radioactivity, and the Euratom Treaty assumes continuous monitoring of levels of radioactivity in the air, water and soil in the Member States. In Finland, also the Finnish Meteorological Institute (FMI) and the Defence Forces are monitoring environmental radiation at their own stations. Research and Environmental Surveillance Department (TKO) at STUK, from 2013 the Department for Environmental Radiation Surveillance (VALO), is a testing laboratory T167 accredited by FINAS (Finnish Accreditation Service) according to the standard EN ISO/IEC 17025:2005. Almost all analyses in the radiation surveillance programme are made according to the accreditation requirements.

STUK's partners in surveillance of environmental radioactivity are collecting and delivering environmental samples for laboratory analyses, or are participating in whole-body counting. STUK would like to express its gratitude to the following partners for the successful co-operation: Defence Forces, Finnish Meteorological Institute, Arctic Centre, The ELY Centre (Centre for Economic Development, Transport and the Environment) of the Southeast Finland, The ELY Centre of the North Ostrobothnia, The ELY Centre of Lapland, The ELY Centre of Southwest Finland, Southeast Finland Frontier Guard District, Lapland Frontier Guard District, Rescue Centre of Kotka, Water supply plants of Oulu and Turku, Valio Ltd., Hospital District of Helsinki and Uusimaa/Surgical Hospital/Ravioli, Tampere University Central Hospital, Lapland Central Hospital, Helsinki Region Environmental Services Authority, Secondary school of Helsingin yhteislyseo, Secondary school of Hatanpää in Tampere, and Secondary school of Korkalovaara and Lyseonpuisto in Rovaniemi. The enquiries within the stakeholders of environmental radiation surveillance have shown that the stakeholders are fairly satisfied with the surveillance programme and reporting of the results.

This is the last surveillance report focusing only on artificial radiation in the environment. The report is addressed to all who are interested in environmental radioactivity in Finland. STUK delivers monitoring data also to the European Commission on regular basis, and this report is a summary of the results delivered to the Commission. The report is also available at the STUK's home pages *www.stuk.fi*.

Raimo Mustonen, Deputy Director



# Sisällysluettelo

ESIPUHE	3
1 YHTEENVETO	11
2 ULKOINEN SÄTEILY	14
3 ULKOILMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	20
4 ULKOILMAN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS	27
5 LASKEUMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	31
6 PINTAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	36
7 JUOMAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	40
8 MAIDON RADIOAKTIIVISET AINEET	45
9 ELINTARVIKKEIDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	50
10 RADIOAKTIIVISET AINEET IHMISESSÄ	58
11 JÄTELIETTEEN RADIOAKTIIVISET AINEET	63
12 RADIOAKTIIVISET AINEET ITÄMERESSÄ	67
LIITE 1. IONISOIVAAN SÄTEILYYN LIITTYVIÄ KESKEISIÄ SUUREITA JA NIIDEN YKSIKÖITÄ	72

## Innehållsförteckning

FÖRETAL	4
1 SAMMANDRAG	12
2 EXTERN STRÅLNING	15
3 RADIOAKTIVA ÄMNEN I UTELUFT	21
4 TOTAL BETAAKTIVITET I UTELUFT	28
5 RADIOAKTIVA ÄMNEN I NEDFALL	32
6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I YTVATTEN	37
7 RADIOAKTIVA ÄMNEN I DRICKSVATTEN	41
8 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MJÖLK	46
9 RADIOAKTIVA ÄMNEN I LIVSMEDEL	52
10 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MÄNNISKOKROPPEN	59
11 RADIOAKTIVA ÄMNEN I AVFALLSSLAM	64
12 RADIOAKTIVA ÄMNEN I ÖSTERSJÖN	68
BILAGA 1. JONISERANDE STRÅLNING, DESS VIKTIGASTE STORHETER OCH DERAS ENHETER	73

# Contents

PREFACE	5
1 SUMMARY	13
2 EXTERNAL RADIATION	16
3 AIRBORNE RADIOACTIVE SUBSTANCES	22
4 GROSS BETA ACTIVITY OF GROUND-LEVEL AIR	29
5 RADIONUCLIDES IN DEPOSITION	33
6 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN SURFACE WATER	38
7 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN DRINKING WATER	42
8 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN MILK	47
9 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN FOODSTUFFS	54
10 RADIOACTIVITY IN MAN	60
11 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN WASTEWATER SLUDGE	65
12 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN THE BALTIC SEA	69
APPENDIX 1. IONISING RADIATION, THE KEY PARAMETERS AND THEIR UNITS	74



# 1 Yhteenveto

Tämä raportti on kansallinen yhteenveto ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista Suomessa vuonna 2012. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvonta-aseamalla.

Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, jäteliikkeen, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Tähän raporttiin on lisätty myös yhteenveto Itämeren radioaktiivisuusvalvonnan tuloksista.

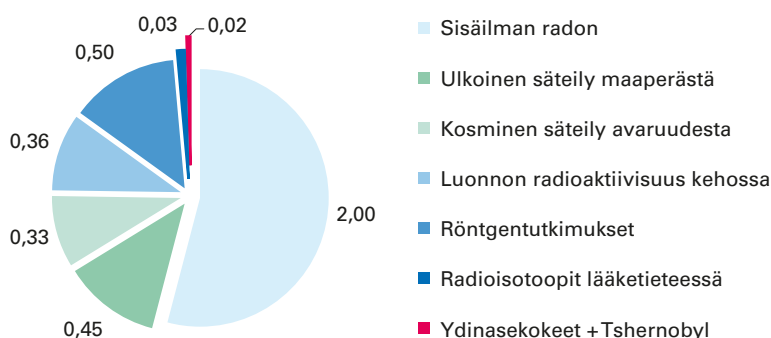
Vuoden 2012 tulokset osoittavat, että ympäristössä olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet olivat peräisin vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuudesta ja ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Näiden lisäksi havaittiin vuonna 2012 tammi- ja helmikuun aikana kaikilla paikkakunnilla kerätyissä näytteissä vähäinen määrä radioaktiivista hiukkasmuodossa ollutta jodi-131:tä. Havaintoja radioaktiivisesta jodista tehtiin tuolloin myös muissa pohjoismaissa.

Pohjoismaissa havaitun jodin alkuperä oli todennäköisesti unkarilainen radioaktiivisia aineita lääketieteelliseen käyttöön tuottava isotooppi-valmistaja. Kotkassa havaittiin lisäksi muutamia kertoja radioaktiivista mangaani-54:ää sekä koboltti-60:tä. Sekä mangaani-54:ää että koboltti-60:tä syntyy ydinvoimalaitoksissa käytön aikana. Fukushima ydinvoimalaitosonnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita ei enää havaittu vuonna 2012.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 3,7 millisievertin (mSv) säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2012 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna, keskimäärin noin 0,02–0,03 mSv. Tämä on alle 1 % väestön kokonaissäteilyaltistuksesta. Kuva 1.1 esittää suomalaisen keskimääräisen säteilyannoksen eri lähteet.

Vuoden 2012 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haittavaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle Suomessa.

**Suomalaisten keskimääräinen säteilyannos (mSv) vuodessa**



**Kuva 1.1.** Suomalainen saa ionisoivasta säteilystä keskimäärin 3,7 millisievertin säteilyannoksen vuodessa. Tässä raportissa esitettävät säteilyaltistuksen lähteet aiheuttavat yhteensä noin 0,7 % osuuden koko annoskuksesta (punainen siivu kuvassa).

# 1 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2012. Huvuddelen av resultaten är från Strålsäkerhetscentralen, men i rapporten ingår uppgifter även från Meteorologiska Institutet angående total betaaktivitet i uteluft och från en mätstation vid Försvarsmaktens Tekniska Forskningsinstitut angående radioaktiva ämnen i uteluft.

Programmet för miljöövervaknings av strålning omfattar fortlöpande automatisk övervakning av extern dosrat, övervakning av radioaktiva ämnen och total beta-aktivitet i uteluft, regelbunden mätning av radioaktivt nedfall, radioaktivitet i yt- och dricksvatten, slammet från avloppsreningsverket i Helsingfors, mjölk och livsmedel samt radioaktiva ämnen i människokroppen. Rapporten innehåller också ett sammandrag av radioaktivitetsövervakning i Östersjön.

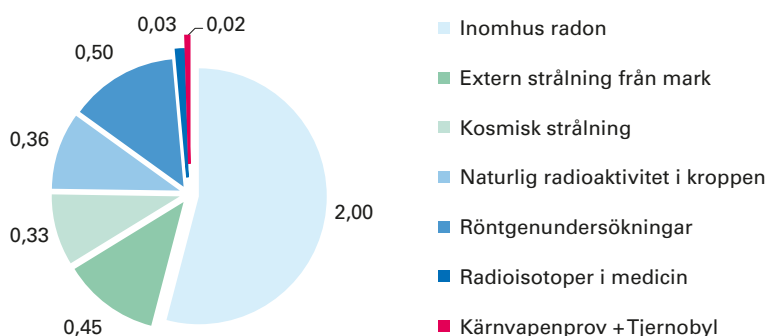
Resultaten för år 2012 visar att de artificiella radioaktiva ämnena i miljön härrörde från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i atmosfären på 1950- och 1960-talet. År 2012 gjordes dessutom några avvikande upptäckter av konstgjorda radioaktiva ämnen i uteluften. I januari och februari 2012 upptäcktes en liten koncentration av

jod-131 partiklar på alla orter. Det radioaktiva jodet upptäcktes även i övriga Norden. Jodet kom antagligen från en ungersk tillverkare av radioaktiva ämnen för medicinskt bruk. Dessutom upptäcktes mangan-54 och kobolt-60 några gånger i Kotka. Bägge isotoperna kommer till i kärnkraftverk. Inga radioaktiva ämnen från kärnkraftsolyckan i Fukushima upptäcktes i uteluften år 2012.

Finländarnas stråldos från olika strålningskällor är årligen i medeltal 3,7 millisievert (mSv). Huvuddelen härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2012 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena i livsmiljön beräknas ha orsakat en i medeltal cirka 0,02–0,03 mSv stor stråldos år 2012, eller mindre än 1 % tillägg till befolkningens totalstråldos. Bild 1.2 visar olika källor av den totala stråldosen, som finländarna årligen får.

Resultaten för Finland år 2012 visar också, att under året hände det inga sådana utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön som skulle ha haft någon skadeverkan på människors hälsa eller på miljön i Finland.

Den genomsnittliga stråldos som finländarna får årligen (mSv)



**Bild 1.2.** En finländare får i genomsnitt en 3,7 millisievert stråldos från joniserande strålning. De strålkällor som presenteras i denna rapport orsakar tillsammans ca 0,7 % av den totala doskakan (den röda skivan i bilden).

# 1 Summary

This report is the national summary of the results obtained in surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2012. The Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) has produced most of the results, but also the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces Research Institute of Technology have delivered results to this report, on gross beta activity in outdoor air and on airborne radioactive substances, respectively.

The surveillance programme on environmental radioactivity contains continuous and automated monitoring of external dose rate in air, regular monitoring of radioactive substances and gross beta activity in outdoor air, radioactive substances in deposition, in surface and drinking water, in sludge from the wastewater treatment plant in Helsinki, in milk, foodstuffs, and in human body. This report contains also a summary of the results of the monitoring of radioactivity in the Baltic Sea.

The results of 2012 show that observed artificial radionuclides in the environment originated from the Chernobyl accident in 1986 and from atmospheric nuclear tests performed in 1950's and 1960's.

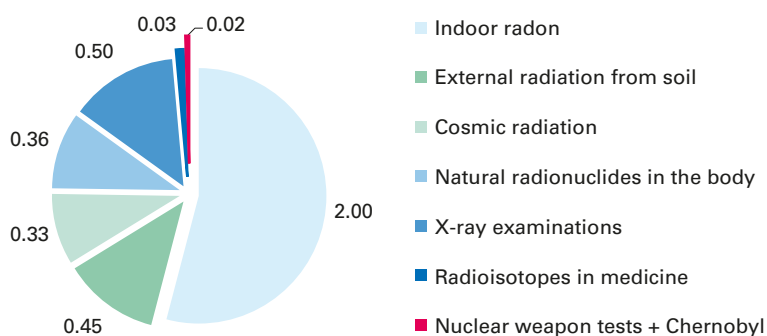
In addition to these, very small amounts of short-lived artificial radioisotopes in outdoor air were detected few times in Finland. In January-February 2012, small quantities of iodine-131 was detected on all monitoring stations. Similar

observations were done also in other Nordic countries. The origin of this iodine was most likely a Hungarian medical isotope manufacturer. Few observations of manganese-54 and cobalt-60 were made in Kotka. Both isotopes are produced at nuclear power plants. Concentrations of these radionuclides were, however, so small that their appearance had no impact to human health or the environment. There were no detections of activity that could have been linked to Fukushima nuclear power plant accident in 2011.

The average annual dose of Finns, received from different radiation sources, is about 3.7 millisievert (mSv). Majority of this annual dose is caused by natural radionuclides in soil and bedrock, and by the cosmic radiation. The exposure to radiation of artificial radionuclides in the environment in 2012 was insignificant compared with the total annual dose. In 2012, artificial radionuclides in the environment were estimated to cause about 0.02–0.03 mSv radiation dose, or less than 1% increase to the total radiation exposure of the population. Figure 1.3 show contributions of different sources of radiation in the total annual dose.

The results also show that in 2012 there were no such environmental releases of radioactive substances which would have any harmful effects on human health or the environment in Finland.

**The mean annual exposure of Finns to radiation (mSv)**



**Fig. 1.3.** A Finn gets annually about 3.7 millisievert dose from ionising radiation. The sources of radiation presented in this report cause in total about 0.7% of the total dose (the red slice in the figure).

## 2 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. Tähän STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen Uljas-valvontaverkkoon kuuluu 255 GM-antureilla varustettua mittausasemaa (kuva 2.1). Osa asemista on varustettu myös  $\text{LaBr}_3$ -spektrometreilla. Verkkoon on lisäksi liitetty ydinvoimalaitosten hallinnoimat laitosten ympäristössä sijaitsevat GM-mittausasemat. Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat annosnopeutta omilla havaintoasemillaan ja kunnilla on valmiudet ulkoisen säteilyn manuaaliseen valvontaan. Kuvassa 2.2 on esimerkki valvonta-aseman säteilyanturista.

### Tulosten keruu

Kaikki mittausverkon tulokset talletetaan säteilyvalvonnan tietojärjestelmään USVAan, jonka keskuslaitteisto sijaitsee STUKin tiloissa. Automaattiset mittausasemat lähettävät tuloksensa heti niiden valmistuttua USVAan, USVan varajärjestelmään sekä paikalliseen hätäkeskukseen. Tietoliikenne keskuslaitteiston ja asemien välillä hyödyntää viranomaisille tarkoitettua VIRVE-radioverkkoa.

### Hälytysten käsittely

Alin hälytysraja on 0,4 mikrosievertiä tunnissa tai säteilyn annosnopeuden nouseminen yli 0,1 mikrosievertiä tunnissa edellisten seitsemän vuorokauden annosnopeuden keskiarvon. Tieto jonkin aseman hälytyksestä ja ympäröivien mittausasemien havaitsemista säteilytasoista on heti paitsi STUKissa myös siinä hätäkeskuksessa, jonka alueella asema sijaitsee. Hälytyksen syyn selvittämisen alkaa välittömästi.

### Säteilyannos

Suomen taustasäteily vaihtelee välillä 0,05–0,30 mikrosievertiä tunnissa. Alueellinen vaihtelu

annosnopeuksissa johtuu uraanin ja toriumin pitoisuuseroista kallio- ja maaperässä. Lumi- ja jääkerros vaimentaa maaperästä tulevaa säteilyä. Paikallista ja lyhytaikaista nousua annosnopeudessa saattaa aiheuttaa sade, joka tuo radonia ja sen hajoamistuotteita lähemmäksi maanpintaa. Vuoden 2012 aikana valvontaverkko hälytti kaksi kertaa. Kummassakin tapauksessa syynä oli mittausaseman lähistöllä tehty hitsisaumojen tarkastus.

Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tshernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2012 keskimäärin 0,013 millisievertin suuruinen ulkoisen säteilyn annos. Tämä on vähemmän kuin yksi kolmas-kymmenesosa maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiansiosta.

### Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuonna 2012 jatkuvasti kaikkien 255 mittausaseman yhden tunnin annosnopeustiedot julkisille [www-sivuilleen \(www.stuk.fi\)](http://www.stuk.fi). Kahdeksan aseman koko vuoden mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

STUK ylläpitää palvelinta, josta erikseen sovitut ulkopuoliset käyttäjät (Euroopan komissio, Itämeren maiden neuvoston jäsenvaltiot; ks. kuva 2.4) voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

### Yhteistyökumppanit

STUKin keskeiset yhteistyökumppanit valtakunnallisessa ulkoisen säteilyn valvonnassa ovat Hätäkeskuslaitos, paikalliset pelastusviranomaiset, sisäasiainministeriö, puolustusvoimat ja Ilmatieteen laitos.

Yhteyshenkilö: Juhani Lahtinen, Säteilyturvakeskus ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))



## 2 Extern strålning

Den externa stråldosraten i Finland övervakas i realtid med ett heltäckande mätstationsnät. I Strålsäkerhetscentralens och de lokala räddningstjänstmyndigheternas automatiska övervakningsnät (bild 2.1) ingår 255 mätstationer som försetts med GM-detektorer. En del av stationerna har också en  $\text{LaBr}_3$ -spektrometer. Därtill är GM-mätstationerna kring de inhemska kärnkraftverken anslutna till nätet. Även Meteorologiska institutet och försvarsmakten följer med den externa strålningsraten med sina egna mätstationer, och i kommunerna finns det beredskap i att manuellt övervaka extern strålning. Ett exempel av en detektor vid en mätstation visas i bild 2.2.

### Registrering av mätvärdena

Alla mätvärdena sätts in i stråltillsynens datasystem USVA, vars centraldatorer finns på Strålsäkerhetscentralen. De automatiska mätstationerna förmedlar resultaten kontinuerligt till USVA, dess reservsystem och den lokala nödcentralen. Datatrafiken mellan centralsystemet och mätstationerna sker via myndigheternas radionät VIRVE.

### Hantering av alarm

Den lägsta larmgränsen i nätet är 0,4 mikrosievert i timmen men larmet genereras också i fall att dosraten överstiger medelvärdet under de sju senaste dygnen med 0,1 mikrosievert i timmen. Om strålningsnivån på någon mätstation överstiger larmgränsen, så vet både STUK och de lokala räddningsmyndigheterna genast om alarmet och även om strålningsnivåer på de näraliggande andra mätstationerna. Utredningen av orsaken till alarmet inleds omedelbart.

### Stråldos

Bakgrundsstrålningen i Finland varierar mellan 0,05 och 0,30 mikrosievert i timmen. Lokalt kan bakgrundsstrålningen vara större om det finns uran och torium i berget eller i jordmånen. Snö och is dämpar strålningen uppåt från marken. En lokal och kortvarig höjning i doshastigheten kan orsakas av regn som för radon och dess sönderfallsprodukter närmare jordytan. Under år 2012 larmade övervakningsnätet två gånger. Skälet till båda alarmen var svetsfogsgranskningar i närheten av mätstationen.

Artificiella radionuklider i jordmånen (härstammande främst från Tjernobyl-olyckan) orsakade år 2012 i medeltal en stråldos på 0,013 millisievert till finländarna. Detta är mindre än en trettiondedel av den årliga externa dos, som naturliga radionuklider i jordmån och byggnadsmaterial orsakar.

### Förmedling av mätvärdena

Under år 2012 visade Strålsäkerhetscentralen kontinuerligt en timmes mätvärden från alla 255 mätstationer på sina offentliga www-sidor ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). Mätvärdena från åtta stationer finns i bild 2.3.

Strålsäkerhetscentralen upprätthåller en server, där vissa andra parter (såsom Europakommissionen och medlemsländer i Östersjörådet; se bild 2.4) kan avläsa uppgifter om strålningen i Finland.

### Samarbetspartner

Strålsäkerhetscentralens viktiga partner inom övervakningen av extern strålning är Nödcentralsverket och lokala räddningstjänstmyndigheter, inrikesministeriet, försvarsmakten och Meteorologiska institutet.

Kontaktperson: Juhani Lahtinen, Strålsäkerhetscentralen ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))

## 2 External radiation

Finland has an automatic nation-wide monitoring network for external dose rate, which consists of 255 stations equipped with GM tubes (Fig. 2.1). Some stations include also a  $\text{LaBr}_3$  spectrometer. The maintenance and development of the network are carried out by STUK in close co-operation with local emergency authorities. The monitoring stations situated around the domestic nuclear power plants and administrated by the power companies are also connected to the network. In addition, the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces have their own monitoring stations, and the municipalities maintain readiness for performing manual radiation measurements in the case of an emergency. An example of a radiation detector is shown Figure 2.2.

### Data collection

All measurement results are stored in the data management system (USVA) of radiation surveillance, the central hardware of which is located in the facilities of STUK. Automatic monitoring stations send data continuously to USVA and its back-up system, and to the local emergency response centre. The data communication between the central equipment and the stations uses the wireless VIRVE network of the authorities.

### Handling of alarms

An alarm is generated either if the dose rate at a monitoring station exceeds 0.4 microsieverts per hour or if it exceeds the average value during the previous seven days by 0.1 microsieverts per hour. Both STUK and the local authorities receive an alarm message and have also immediately access to the radiation levels at the other stations close to the alarming station. Activities aiming at discovering the cause of the alarm will be commenced as soon as possible after the alarm is given.

### Radiation dose

The background radiation in Finland ranges from 0.05 to 0.30 microsieverts per hour. The regional variation in dose rates depends on the differences of uranium and thorium concentrations in Finnish rock and soil. The snow and ice attenuate the radiation from the ground. During the year 2012 dose rate levels higher than normal background radiation were observed two times. In both cases the reason was found to be the inspection of welding seams in the neighbourhood of the monitoring station.

The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in the soil and by cosmic radiation. In 2012 artificial radionuclides in the soil were estimated to cause an average dose of 0.013 millisieverts per capita in Finland. This is less than one thirtieth of the annual external dose due to natural radioactivity in the soil and in construction materials.

### Delivering of data

In 2012 one-hour monitoring data from all the 255 stations were continuously available on the public home pages of STUK ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). The whole-year data from eight of the stations are shown in Fig. 2.3.

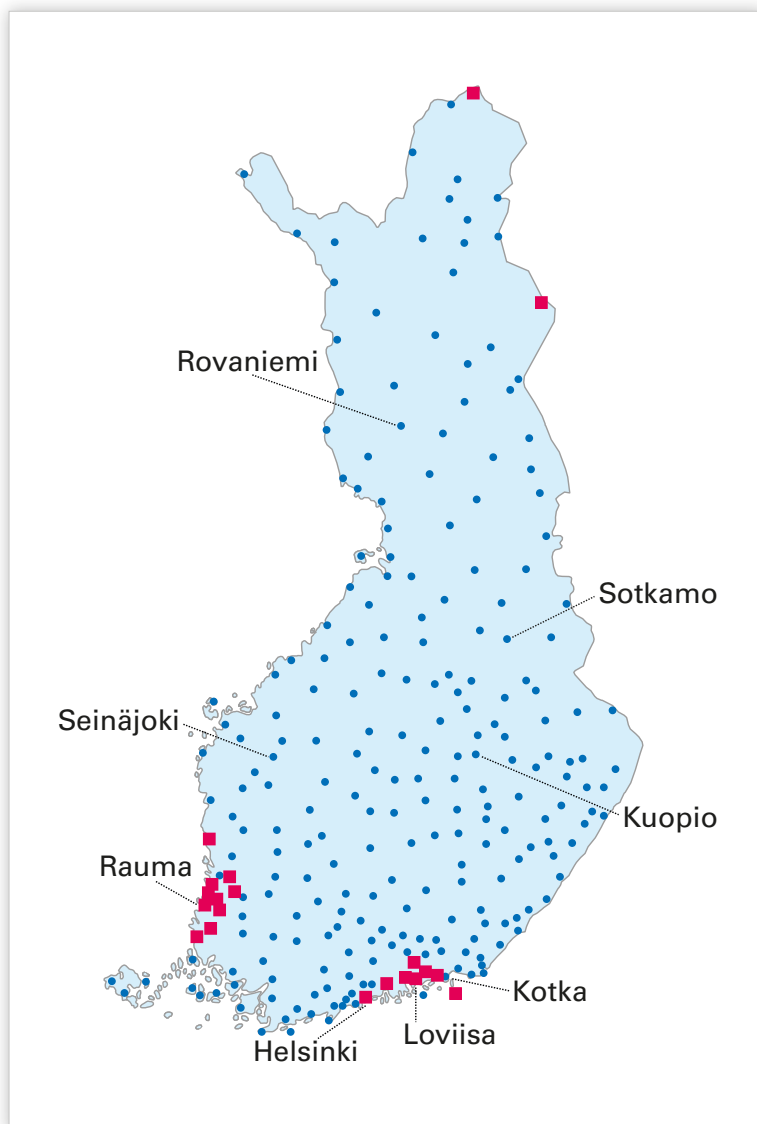
STUK maintains a server that can be accessed by authorised other parties (like the European Commission and the member countries of the Council of the Baltic Sea States; see Fig. 2.4) whenever they are interested in the Finnish radiation data.

### National co-operation partners

The most important co-operation partners of STUK within the monitoring of external radiation are the Emergency Response Centre Administration and local emergency response centres, Ministry of the Interior, Defence Forces and Finnish Meteorological Institute.

---

Contact person: Juhani Lahtinen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))



**Kuva 2.1.** Ulkoisen säteilyn valvontaverkon automaattiset mittausasemat. Punaiset neliösymbolit kuvaavat asemia, joilla on GM-anturin lisäksi  $\text{LaBr}_3$ -spektrometri. Kuvassa nimettyjen asemien mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

**Bild 2.1.** Automatiska mätstationer i nätet för extern strålning. Röda kvadrater representerar stationer som har både en GM-detektor och en  $\text{LaBr}_3$ -spektrometer. På bilden namnges de mätstationer, vars mätvärden finns i bild 2.3.

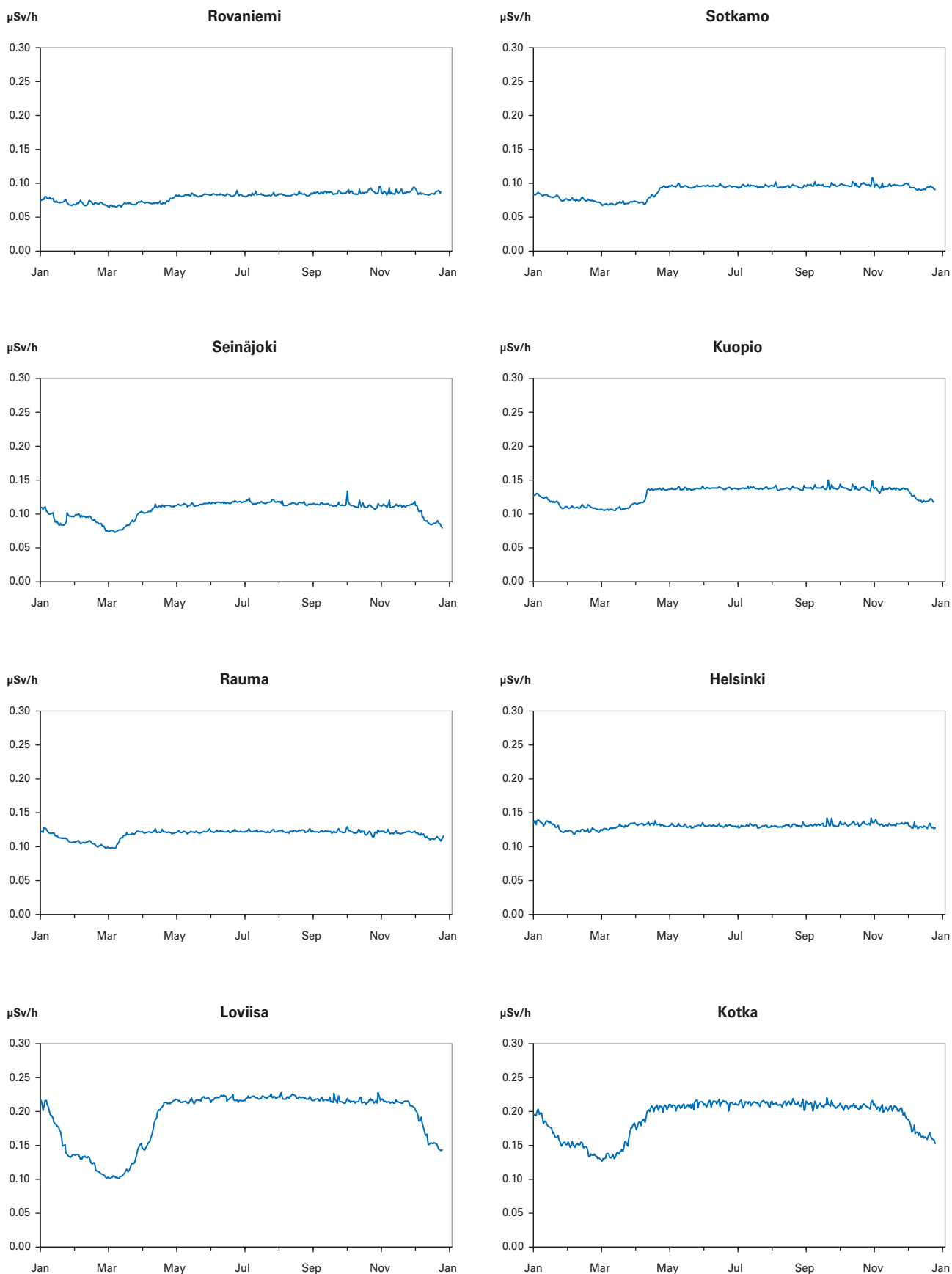
**Fig. 2.1.** Automatic dose-rate monitoring stations. Red squares indicate stations that have both a GM detector and a  $\text{LaBr}_3$  spectrometer. The locality names refer to stations whose results are shown in Fig. 2.3.



**Kuva 2.2.** Ulkoisen säteilyn valvontaverkon mittausaseman 10052 (Vuosaaren satama, Helsinki) anturit.

**Bild 2.2.** Detektorer vid mätstationen 10052 (Nordsjö hamn i Helsingfors) i övervakningsnätet för extern strålning.

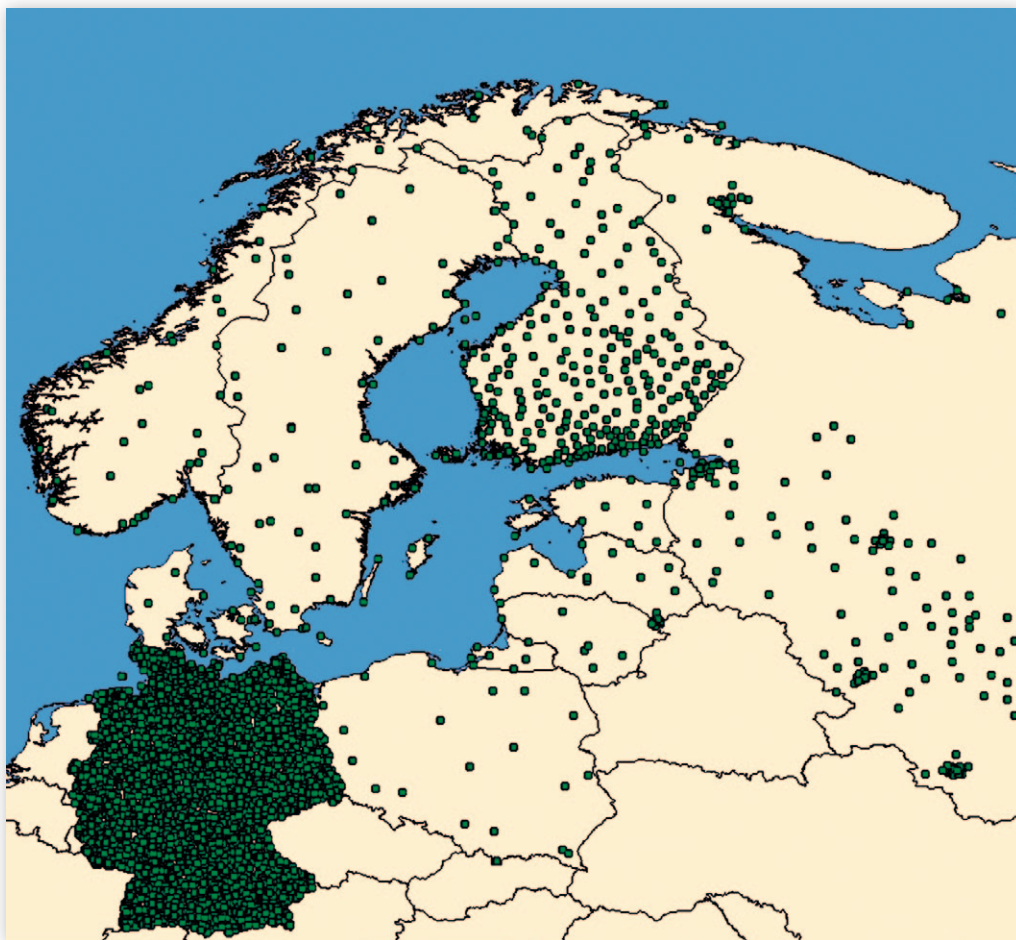
**Fig. 2.2.** Detectors of the automatic dose-rate monitoring station 10052 (Vuosaari harbour in Helsinki).



**Kuva 2.3.** Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2012.

**Bild 2.3.** Externa dosrater vid åtta mätstationer år 2012.

**Fig. 2.3.** Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2012.



**Kuva 2.4.** Itämeren maiden neuvostoon kuuluvien valtioiden ulkoisen säteilyn valvontaverkkojen automaattiset mittausasemat. Huom! Islanti ei näy kuvassa lainkaan ja Venäjän alueen asemista kartalla on esitetty vain läntisimmät.

**Bild 2.4.** Automatiska mätstationer i näten för extern strålning av medlemsländer i Östersjörådet. Observera att Island fattas på kartan och att bara de västligaste ryska mätstationer visas på bilden.

**Fig. 2.4.** Automatic dose-rate monitoring stations of the member countries of the Council of the Baltic Sea States. Note that Iceland is not shown on the map at all and only the westernmost Russian stations are displayed.

### 3 Ulkoilman radioaktiiviset aineet

STUK valvoo pintailman radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia kahdeksalla ja puolustusvoimat yhdellä paikkakunnalla (kuva 3.1). Molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä – Loviisassa ja Olkiluodossa – on neljä voimayhtiöiden valvonta-asemaa. Yhteen veto voimalaitosten ympäristön säteilyvalvonnasta julkaistaan raporttisarjassa STUK-B.

#### Näytteiden keräys

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuria määriä ilmaa radioaktiiviset aineet pidättävien suodattimien läpi. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset ja aktiivihiihluosodatin pidättää kaasumaisen radioaktiivisen jodin. Näytteet kerätään tehtävää varten suunnitelluilla kerääjillä (kuva 3.2). Osassa kerääjiä on lasikuitusuodattimeen kertyvää radioaktiivisuutta monitoroiva  $\text{LaBr}_3$ -spektrometri. Kerääjässä olevalla spektrometrillä voidaan havaita suodattimelle kertyvät keinotekoiset radioaktiiviset aineet jo näytteen keräyksen aikana, jos aineiden pitoisuus ulkoilmassa on tarpeeksi suuri.

Kerääjien suodattimet vaihdetaan yksi tai kaksi kertaa viikossa kerääjän mallista riippuen ja lähetetään STUKin laboratorioon joko Helsinkiin tai Rovaniemelle analysoitaviksi. STUKilla on lisäksi Kuopiossa suodattimien mittaamiseen tarvittava laitteisto, jolla aseman suodattimet mitataan paikan päällä ja tulokset analysoidaan Helsingissä. STUKin toimipisteessä Helsingissä on automaattilaitteisto joka kerää, käsittelee ja analysoi suodattimen sekä raportoi tulokset automaattisesti. Laite vaihtaa suodattimen vuorokauden välein.

#### Näytteiden käsittely ja mittaus

Laboratoriossa tehtävällä mittauksella suodattimista voidaan havaita hyvin pienet määrät radioaktiivisia aineita. Suodattimet mitataan gammaspektrometrillä ja spektristä tunnistetaan suodattimeen pidäytyneet radionuklidit. Radioaktiivisten aineiden havaitsemisraja ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) on nuklidikohtainen ja riippuu mm. suodatetusta ilmamäärästä, näytteen sisältämistä muista radioaktiivisista aineista, näytteen iästä, mit-

tausajasta, ilmaisimen havaitsemistehokkuudesta ja taustasuojasta (taulukko 3.1). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisosia siihen aktiivisuuspitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä. Osassa kerääjiä oleva, suodattimelle kertyvää radioaktiivisuutta monitoroiva järjestelmä ei herkkyytensä puolesta riitä korvaamaan suodattimien laboratorioanalyysyä, vaikka havaitseekin radioaktiivisia aineita pitoisuuksissa, jotka ovat alle tuhannesosan siihen aktiivisuuspitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä.

#### Tulokset

Taulukossa 3.2 on esitetty vuoden 2012 aikana tehdyt poikkeavat keinotekoisten radioaktiivisten aineiden havainnot. Vuoden 2012 tammi- ja helmikuun aikana havaittiin kaikilla paikkakunnilla kerätyissä näytteissä vähäinen määrä radioaktiivista hiukkasmaista jodi-131:tä. Havaintoja radioaktiivisesta jodista tehtiin tuolloin myös muissa pohjoismaissa. Pohjoismaissa havaitun jodin alkuperä oli todennäköisesti unkarilainen radioaktiivisia aineita lääketieteelliseen käyttöön tuottava isotooppivalmistaja. Kotkassa havaittiin lisäksi muutamia kertoja radioaktiivista mangaani-54:ää sekä koboltti-60:tä. Sekä mangaani-54:ää että koboltti-60:tä syntyy ydinvoimalaitoksissa käytön aikana. Fukushima Dai-ichin ydinvoimalaitosonnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita ei vuoden 2012 aikana havaittu enää ulkoilmasta otetuissa näytteissä.

Kuvissa 3.3 ja 3.4 on esitetty  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuuspitoisuuden keskiarvo näytteenkeräysjaksoilla havaintoasemittain. Kuvassa 3.5 on esitetty  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuuspitoisuuden kuukausikeskiarvot pitkällä aikavälillä Helsingin seudulta. Keinotekoisten radioaktiivisten aineiden määrät ulkoilmassa ovat olleet erittäin pieniä eikä niillä ole ollut terveysvaikutuksia. Vuonna 2012 suomalaiset saivat ulkoilman keinotekoisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin 0,0000001 mSv säteilyannoksen.

Yhteyshenkilö: Aleksi Mattila, Säteilyturvakeskus ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))



### 3 Radioaktiva ämnen i uteluft

Strålsäkerhetscentralen övervakar halten av luftburna radioaktiva ämnen nära jordytan på åtta orter och försvarsmakten på en ort i Finland (bild 3.1). Nära kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto har kraftbolagen fyra mätstationer, vars resultat rapporteras i Strålsäkerhetscentralens rapportserie STUK-B.

#### Insamling av prov

Radioaktiva ämnen i uteluften övervakas genom att stora mängder luft pumpas genom ett filter, varvid de radioaktiva ämnena fastnar i filtret. Ett glasfiberfilter fångar partiklar som kan innehålla radioaktiva ämnen, och ett filter av aktivt kol fångar radioaktiv jodgas. Proven samlas in med en aerosolsamlare som planerats enkom för detta ändamål (bild 3.2). En del av dessa aerosolsamlare har en  $\text{LaBr}_3$ -spektrometer som mäter radioaktiviteten i glasfiberfiltret. Ifall halten av radioaktiva ämnen i luften är tillräckligt stor, så kan spektrometern upptäcka dessa medan filtret ännu är i bruk.

Filtren byts ut en eller två gånger i veckan beroende på aerosolsamlarmodellen och sänds till Strålsäkerhetscentralens laboratorium i Helsingfors eller Rovaniemi för att analyseras. Filtren från Kuopios mätstation mäts på plats och resultaten skickas till Helsingfors för analys. I Helsingfors har Strålsäkerhetscentralen utrustning som automatiskt samlar in, hanterar och analyserar filtrena samt rapporterar resultaten. Apparaturen byter filter en gång per dygn.

#### Hantering och mätning av proven

Med hjälp av noggranna mätningar i laboratorier kan ytterst små mängder radioaktiva ämnen som fastnat i filtren observeras. Filtren mäts med en gammaspektrometer och radionukliderna identifieras utgående från spektrumet. Observationsgränsen uttrycks i  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  och beror bl.a. på vilken nuklid det gäller, hur stor mängd

luft som passerat filtret, andra radioaktiva ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bakgrundsstrålning (tabell 3.1). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen. Mätssystemen, som finns i en del av aerosolsamlarna och som övervakar halten av radioaktiva ämnen i filtren medan dessa ännu är i bruk, är inte tillräckligt känsliga för att ersätta laboratorieanalyser. Trots det kan de upptäcka koncentrationer som är mindre än en tusendel av den koncentrationnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen.

#### Mätresultat

Avvikande upptäckter av konstgjorda radioaktiva ämnen i uteluften under år 2012 presenteras i tabell 3.2. I januari och februari 2012 upptäcktes en liten koncentration av jod-131 partiklar på alla orter. Det radioaktiva jodet upptäcktes även i övriga Norden. Jodet kom antagligen från en ungersk tillverkare av radioaktiva ämnen för medicinskt bruk. Dessutom upptäcktes mangan-54 och kobolt-60 några gånger i Kotka. Bägge isotoperna kommer till i kärnkraftverk. Inga radioaktiva ämnen från kärnkraftsolyckan i Fukushima Dai-ichi upptäcktes i uteluftsproven tagna år 2012.

I bilder 3.3 och 3.4 visas medeltalskoncentrationen av  $^{137}\text{Cs}$  periodvis för varje mätstation. Bild 3.5 presenterar månadsmedeltal av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationen i Helsingforsregionen under en längre tidsperiod. Halten av konstgjorda radioaktiva ämnen i uteluften har varit mycket låg och har inte utgjort någon hälsorisk. År 2012 fick finländarna i medeltal en stråldos på ca 0,0000001 mSv från konstgjorda ämnen i uteluften.

Kontaktperson: Aleksi Mattila, Strålsäkerhetscentralen ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))

### 3 Airborne radioactive substances

STUK operates eight sampling stations for nationwide monitoring of airborne radioactive substances. The Defence Forces has one station (Fig. 3.1). In addition, four samplers are located around each of the nuclear power plants in Loviisa and Olkiluoto. Their results are reported in STUK-B report series.

#### Sampling

Sampling is performed by filtrating large amounts of air. Airborne radioactive particles are deposited on glassfibre filters whereas charcoal filters are used to trap gaseous iodine. Sampling is performed using specially designed samplers (Fig. 3.2). Some of the samplers have been equipped with a  $\text{LaBr}_3$  spectrometer to monitor activity depositing on the filter. These spectrometers enable the detection of artificial radioactivity during sample collection if the activity in the outdoor air is high enough.

The filters are changed once or twice a week depending on the sampler type and are sent to STUK laboratory either in Helsinki or Rovaniemi for analysis. In the Kuopio monitoring station STUK has on-site equipment for filter measurement. These measurements are analysed in Helsinki. The sampler at the STUK offices in Helsinki is robotic: sampling, filter processing, analysis and reporting are done automatically with a one day filter change interval.

#### Sample treatment and analysis

Small quantities of radioactive material can be detected in the samples in laboratory analysis. Filters are measured using a high-resolution gamma-ray spectrometer and different radionuclides are identified from the measured spectrum. Nuclide-specific minimum detectable concentra-

tions ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) depend on the filtered air volume, on the activity of other radionuclides in the sample, on the measuring time and the decay time before the measurement, detection efficiency and the background shield (Table 3.1). Detection limits are typically a billion times smaller than the concentrations which may lead to protective action being taken. The sampler spectrometers monitoring activity depositing on the filter are not sensitive enough to substitute for filter laboratory analysis.

#### Results

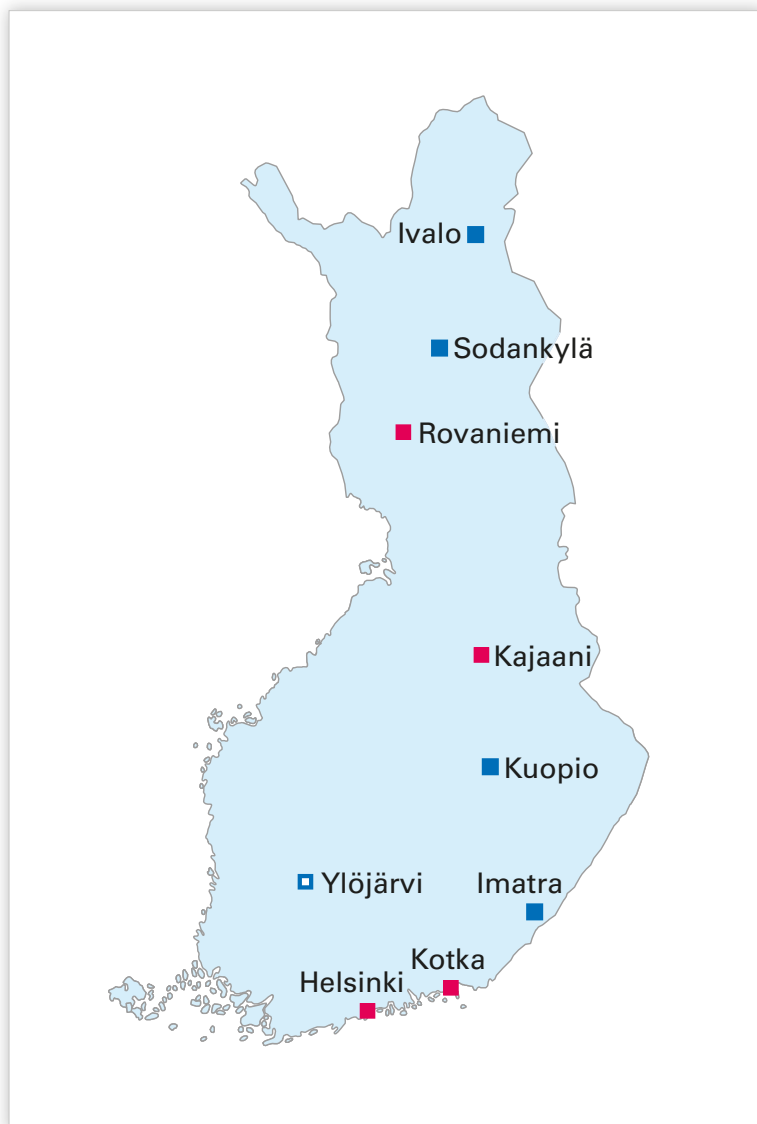
Detected unusual artificial radioactivity is listed in Table 3.2. In January–February 2012, small quantities of iodine-131 was detected on all monitoring stations. Similar observations were done in other Nordic countries. The origin of this iodine was most likely a Hungarian medical isotope manufacturer. Few observations of manganese-54 and cobalt-60 were made in Kotka. Both isotopes are produced at nuclear power plants. There were no detections of activity that could have been linked to Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident.

The average values of  $^{137}\text{Cs}$  activity concentrations in outdoor air during the sampling periods at the monitoring stations are shown in Figures 3.3 and 3.4. Figure 3.5 shows the long-time trend of monthly average of  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration in the Helsinki area. Airborne artificial radioactive substances were estimated to cause a radiation dose of about 0.0000001 mSv per capita in Finland in 2012.

---

Contact person: Aleksi Mattila, Radiation and Nuclear Safety Authority ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))

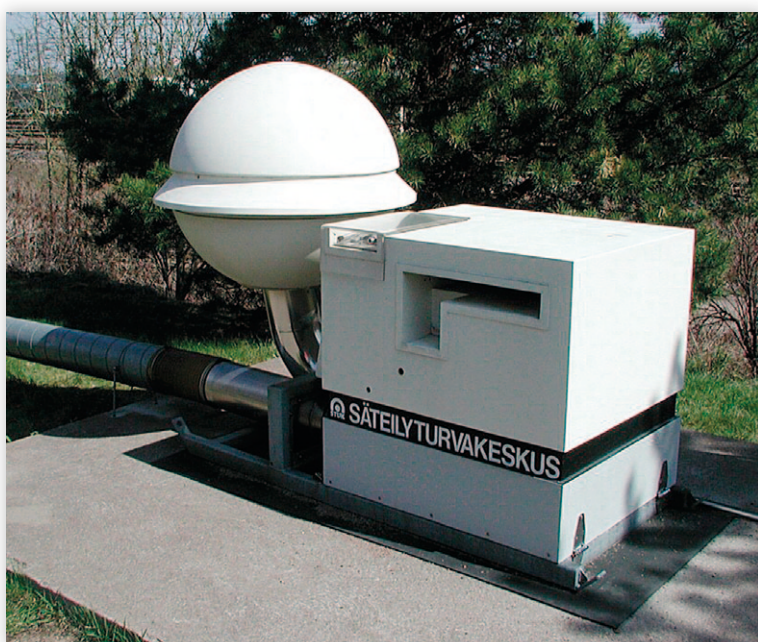




**Kuva 3.1.** Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi hiukkaskerääjän näytteet. STUK ylläpitää muita asemia ja analysoi niiden näytteet. Kuvassa punaisella merkityillä asemilla on suodattimelle kertyvää radioaktiivisuutta monitoroiva laitteisto.

**Bild 3.1.** Mätstationer för radioaktiva ämnen i uteluft och nedfall. Försvarsmakten har en station i Ylöjärvi och analyserar luftproven. Strålsäkerhetscentralen upprätthåller de övriga stationerna och analyserar proven från dem. De med röd färg märkta stationerna har utrustning som mäter radioaktiviteten i filtren medan dessa ännu är i bruk.

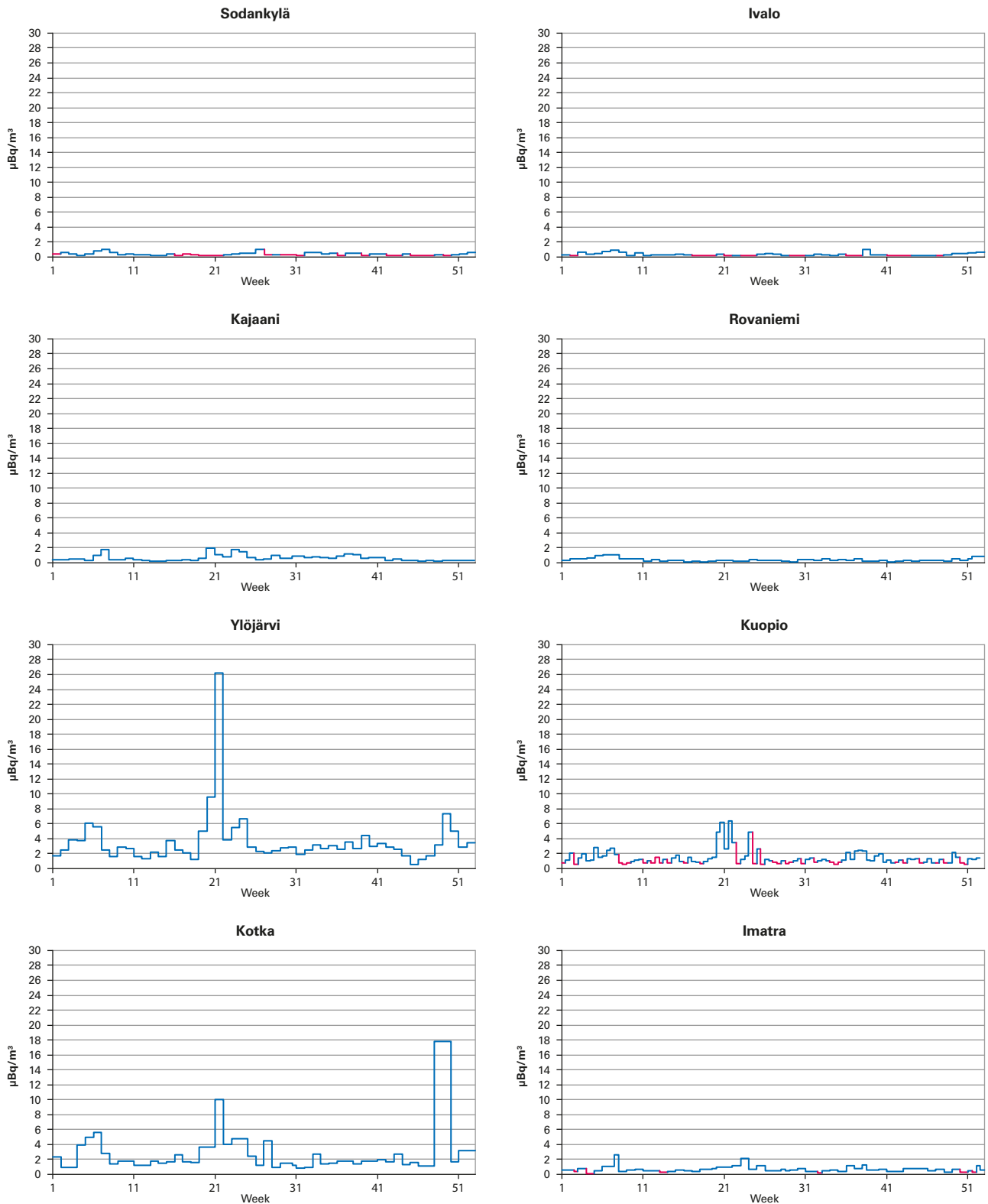
**Fig. 3.1.** Sampling locations for airborne radioactive substances and deposition. The Defence Forces operate the station at Ylöjärvi and perform sample analysis. STUK operates and analyses samples from the other stations analysis. The stations marked with red are equipped with on-line filter monitoring.



**Kuva 3.2.** Kotkan monitorointiaseman hiukkaskeräjä.

**Bild 3.2.** Aerosolsamlaren i Kotka.

**Fig. 3.2.** Air sampler at Kotka monitoring station.



**Kuva 3.3.**  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuuspitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-asetilla vuonna 2012. Punaisella värillä merkityillä jaksoilla  $^{137}\text{Cs}$  ei ole havaittu ja kuvaan merkitty lukuarvo on puolet havaitsemisrajasta. Keväällä  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksissa esiintyy keskimääräistä suurempia arvoja maan pinnalta kohoavan pölyn vuoksi.

**Bild 3.3.** Veckomedeltal av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2012. Under perioderna märkta med rött har inget  $^{137}\text{Cs}$  upptäckts och värdet i tabellen motsvarar hälften av observationsgränsen. På våren förekommer högre  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer på grund av damm från jordytan.

**Fig. 3.3.** Weekly averages of airborne  $^{137}\text{Cs}$  activity concentrations at different monitoring stations in 2012. During the periods marked with red  $^{137}\text{Cs}$  was not observed and the value shown in the graph is half of the detection limit. During the spring time there is an increase in  $^{137}\text{Cs}$  levels due to resuspension of dust.

**Taulukko 3.1.** Hiukkaskerääjien virtausnopeudet, näytteenvaihtotiheydet sekä eräiden radionuklidien tyypilliset havaitsemisrajat. Lisäksi taulukkoon on merkitty onko asemalla suodattimelle kertyvää radioaktiivisuutta monitoroiva laitteisto.

**Tabell 3.1.** Luftflödet genom filtret, provtagningsfrekvenserna samt typiska observationsgränser för några radionuklider. Tabellen berättar även om stationen mäter filtrena medan dessa ännu är i bruk.

**Table 3.1.** Monitoring station flow rates, sampling frequencies and typical detection limits for selected radionuclides. The table also show if the station is equipped with on-line filter monitoring.

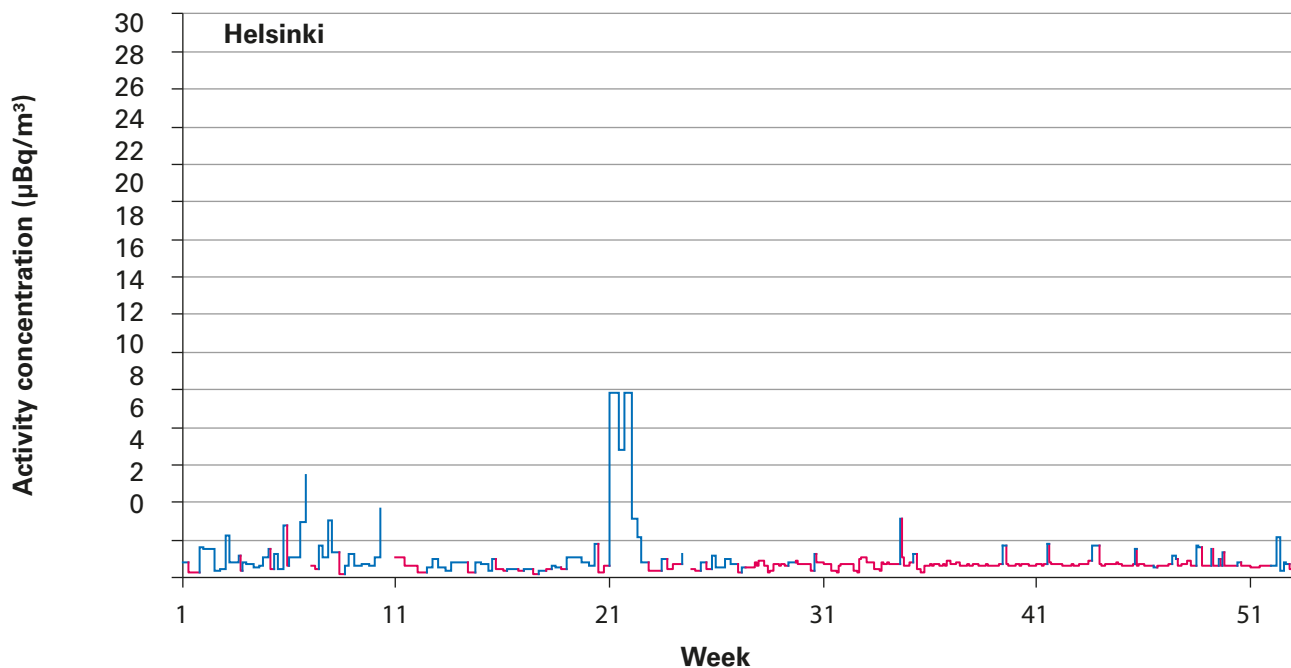
Site	Flow rate (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	Sampling frequency (wk <sup>-1</sup> )	Typical detection limit (µBq/m <sup>3</sup> )			Sampling with on-line monitor
			<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>131</sup> I	
Helsinki	700	7	1.2	1.2	1.4	yes
Kotka	850	1	0.1	0.2	0.4	yes
Imatra	150	2	0.4	0.4	0.7	no
Ylöjärvi	150	2	0.3	0.3	0.5	no
Kuopio	150	2	0.3	0.4	0.8	no
Kajaani	850	1	0.2	0.1	0.4	yes
Rovaniemi	850	1	0.2	0.2	0.6	yes
Sodankylä	150	2	0.5	0.5	1.4	no
Ivalo	150	2	0.3	0.3	0.6	no

**Taulukko 3.2.** Hiukkaskeräysasemilla vuonna 2012 tehdyt poikkeavat keinotekoisten radioaktiivisten aineiden havainnot.

**Tabell 3.2.** Observationer av de avvikande artificiella radionukliderna i uteluften år 2012.

**Table 3.2.** Observations of unusual artificial radionuclides in outdoor air during the year 2012.

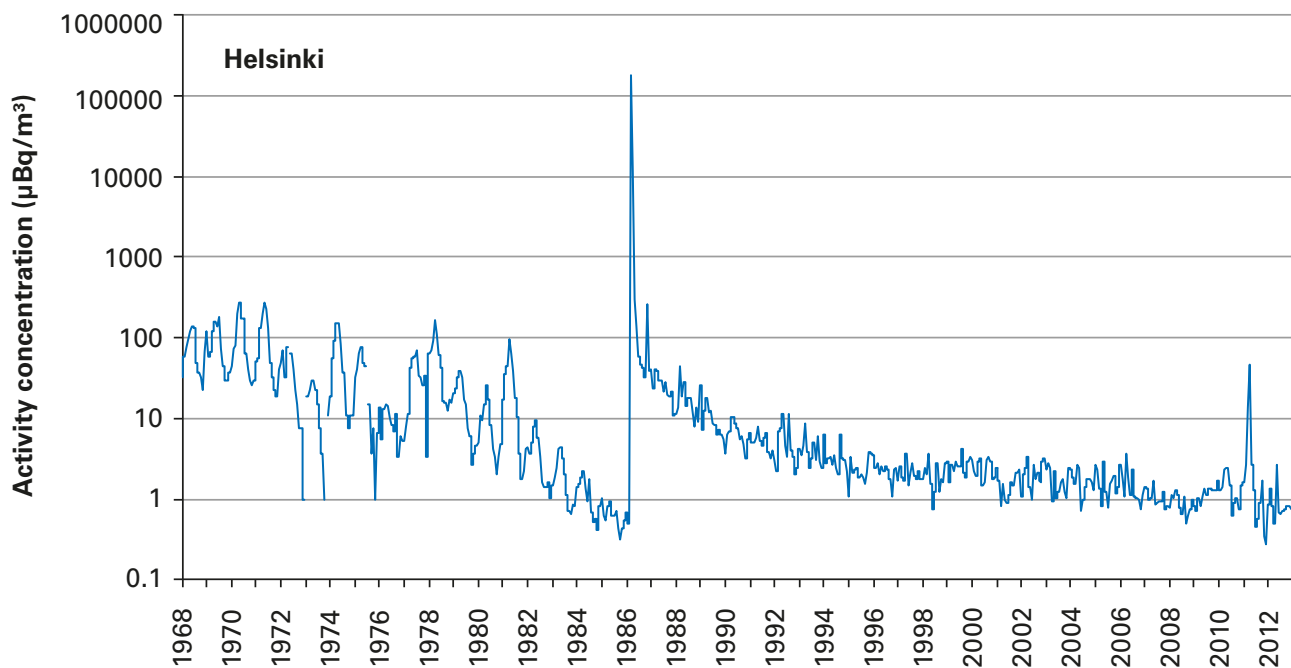
Site	Nuclide	Sampling period	Average concentration µBq/m <sup>3</sup> (one sigma uncertainty %)
Helsinki	<sup>131</sup> I	4.2.–5.2.2012	1.29 (29%)
		2.2.–4.2.2012	1.11 (15%)
		27.1.–29.1.2012	1.01 (21%)
		25.1.–27.1.2012	1.22 (15%)
		21.1.–23.1.2012	0.54 (27%)
Kotka	<sup>54</sup> Mn	2.7.–9.7.2012	0.26 (12%)
		9.4.–17.4.2012	0.19 (20%)
Kotka	<sup>60</sup> Co	2.7.–9.7.2012	0.42 (8%)
		9.4.–17.4.2012	0.24 (24%)
		6.2.–14.2.2012	0.23 (12%)
Kotka	<sup>131</sup> I	6.2.–14.2.2012	0.23 (33%)
		30.1.–6.2.2012	0.35 (15%)
		23.1.–30.1.2012	0.44 (12%)
		9.1.–23.1.2012	0.15 (16%)
Imatra	<sup>131</sup> I	6.2.–16.2.2012	0.80 (36%)
		16.1.–23.1.2012	1.13 (20%)
Kuopio	<sup>131</sup> I	19.1.–23.1.2012	1.25 (26%)
Kajaani	<sup>131</sup> I	16.1.–23.1.2012	0.49 (15%)
Rovaniemi	<sup>131</sup> I	13.2.–20.2.2012	0.099 (6%)
		6.2.–13.2.2012	0.19 (30%)
		23.1.–30.1.2012	1.56 (29%)
		16.1.–23.1.2012	0.25 (14%)
Sodankylä	<sup>131</sup> I	23.1.–30.1.2012	0.66 (30%)
		16.1.–23.1.2012	0.69 (24%)
Ivalo	<sup>131</sup> I	6.2.–13.2.2012	0.49 (12%)
		16.1.–23.1.2012	0.61 (27%)



**Kuva 3.4.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuuspitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2012. Punaisella värillä merkityllä jaksolla  $^{137}\text{Cs}$ :ää ei ole havaittu, kuvaan merkitty lukuarvo on puolet havaitsemisrajasta.

**Bild 3.4.** Dagliga medelvärden av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentration i uteluft i Helsingfors år 2012. Under de röda perioderna observerades inget  $^{137}\text{Cs}$  och resultaten i bilden är hälften av motsvarande observationsgräns.

**Fig. 3.4.** Daily averages of airborne activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 2012. No  $^{137}\text{Cs}$  was observed during the periods marked with red and the value shown in the graph is half of the detection limit.



**Kuva 3.5.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuuspitoisuuden kuukausikeskiarvot Helsingin seudulla vuosina 1968–2012. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä  $^{137}\text{Cs}$  on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu. Fukushima Dai-ichin ydinvoimalaitosonnettomuus näkyy piikkinä vuoden 2011 alussa.

**Bild 3.5.** Luftburna  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i Helsingforsregionen år 1968–2012. Före Tjernobyl olyckan år 1986 härstammade  $^{137}\text{Cs}$  från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår ur bilden är typiska för detta gamla nedfall. Fukushima Dai-ichi olyckan syns i början av 2011.

**Fig. 3.5.** Airborne activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 1968–2012. Before the Chernobyl accident in 1986,  $^{137}\text{Cs}$  originated from atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure was typical for this old deposition. Fukushima Dai-ichi accident is seen as a peak at the beginning of year 2011.

## 4 Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus

Ilmatieteen laitos on seurannut pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuutta vuodesta 1959. Vuonna 2012 toiminnassa oli kahdeksan viikkonäytteitä keräävää asemaa (kuvat 4.1 ja 4.2).

### Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa suodattimen läpi. Suodattimet vaihdetaan maanantaiaamuisin kello 8 Suomen talviaikaa. Keräinlaitteistossa käytetään kahta suorakaiteen muotoista paperitai lasikuitusuodatinta, joiden koko on 120 mm × 140 mm. Viikossa suodatettu ilmamäärä paperisuodattimilla on noin 800 m<sup>3</sup> ja lasikuitusuodattimilla noin 4 000 m<sup>3</sup>.

### Näytteiden mittaus

Aerosolinäytteiden kokonaisbeeta-aktiivisuus mitataan noin viisi päivää keräyksen lopettamisen jälkeen, jolloin <sup>222</sup>Rn:n lyhytikäiset tytärnuklidit ovat hajonneet <sup>210</sup>Pb:ksi ja <sup>220</sup>Rn:n tytärnuklidit pysyväksi <sup>208</sup>Pb:ksi. Näin ollen mitattu kokonaisbeeta-aktiivisuus koostuu <sup>210</sup>Pb:stä sekä mahdol-

lisista keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Mittaukset tehdään automaattisella alfa/beeta-analysaattorilla, jossa ilmaisimina käytetään verrannollisuuslaskureita.

### Tulokset

Kuvassa 4.3 on esitetty ulkoilman pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden viikottaiset pitoisuudet kahdeksalla seuranta-asemalla vuonna 2012. Käyrät kuvaavat lähinnä <sup>210</sup>Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän <sup>210</sup>Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä <sup>222</sup>Rn:sta, riippuu <sup>210</sup>Pb:n pitoisuus suursäätilanteesta eli ilmamassojen stabiilisuudesta ja alkuperästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissa ilmamassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmamassoissa. Vuoden 2012 aikana ei seurantaohjelman puitteissa havaittu poikkeuksellista kokonaisbeeta-aktiivisuutta ilmassa.

Yhteyshenkilö: Jussi Paatero, Ilmatieteen laitos ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))

## 4 Total betaaktivitet i uteluft

Meteorologiska institutet har mätt total betaaktivitet i luft nära markytan sedan år 1959. På åtta stationer samlades aerosolprov varje vecka under året 2012 (bilder 4.1 och 4.2).

### Provtagning

Proven tas genom att luften sugas genom filter. Filtren byts varje måndag klockan 8 enligt finländsk vintertid. I apparaten används två rektangelformiga filter, som består av papper eller glasfiber och som har dimensionen  $120 \times 140$  mm. Luftmängden är ca  $800 \text{ m}^3$  i veckan genom pappersfiltret och ca  $4\,000 \text{ m}^3$  i veckan genom glasfiberfiltret.

### Mätning av proven

Aerosolprovets totala betaaktivitet mäts ca fem dagar efter det proven har tagits, varvid de kortlivade dotternukliderna till  $^{222}\text{Rn}$  har blivit  $^{210}\text{Pb}$  och dotternukliderna till  $^{220}\text{Rn}$  har blivit stabilt  $^{208}\text{Pb}$ .

Den uppmätta totala betaaktiviteten består sålunda av  $^{210}\text{Pb}$  och eventuell konstgjorda radioaktiva ämnen. Mätningarna utförs med en automatisk alfa/beta-analysator med proportionalitetsräknare.

### Mätresultat

I bild 4.3 visas koncentrationer av långlivad betaaktivitet på åtta bevakningsstationer under året 2012. Kurvorna visar närmast halten av  $^{210}\text{Pb}$  i luften nära marken. Eftersom atmosfärens  $^{210}\text{Pb}$  kommer från  $^{222}\text{Rn}$  i marken, varierar halten av  $^{210}\text{Pb}$  i takt med väderläget i stort, det vill säga luftmassornas stabilitet och ursprung. De högsta halterna finns i kontinentala luftmassor och de minsta i luft som rört sig ovanför hav eller arktiska områden. Någon exceptionellt hög betaaktivitet kunde inte observeras under året 2012.

---

Kontaktperson: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))

## 4 Gross beta activity of ground-level air

The Finnish Meteorological Institute (FMI) has monitored gross beta activity of aerosol particles since 1959. Weekly aerosol samples were collected at eight stations in 2012, using filter sampling (Figures 4.1 and 4.2).

### Sample collection

Filters of the samplers operating on a weekly cycle are changed every Monday at 06 UTC. The sampling equipment uses two rectangular paper or glass fibre filters with a filtering area of 120 mm × 140 mm. The weekly air volumes are 800 m<sup>3</sup> and 4 000 m<sup>3</sup> for paper and glass fibre filters, respectively.

### Measurements

The gross beta activity content of the filters are measured five days after the end of sampling when the short-lived radon (<sup>222</sup>Rn) daughters have decayed to <sup>210</sup>Pb and the thoron (<sup>220</sup>Rn) daughters have decayed to stable <sup>208</sup>Pb. Therefore the measured gross beta activity consists of <sup>210</sup>Pb and possible artificial beta emitters. The measurements are

carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors.

### Results

The observed gross beta activity concentrations at eight monitoring stations in 2012 are presented in Figure 4.3. The curves are essentially records of the concentration of <sup>210</sup>Pb, the long-lived daughter nuclide of the radioactive noble gas <sup>222</sup>Rn which enters the atmosphere by diffusion from the ground. Concentration of <sup>210</sup>Pb depends mainly on the stability and origin of the air masses at the site. The highest concentrations are associated with continental air masses. By contrast, the lowest concentrations are associated with maritime and Arctic air masses because in these areas there are practically no sources of radon. No exceptional beta activity in outdoor air was detected in 2012 within the FMI's monitoring programme.

---

Contact person: Jussi Paatero, Finnish Meteorological Institute ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))





**Kuva 4.1.** Seuranta-asemat vuonna 2012.

**Bild 4.1.** Bevakningsstationerna under året 2012.

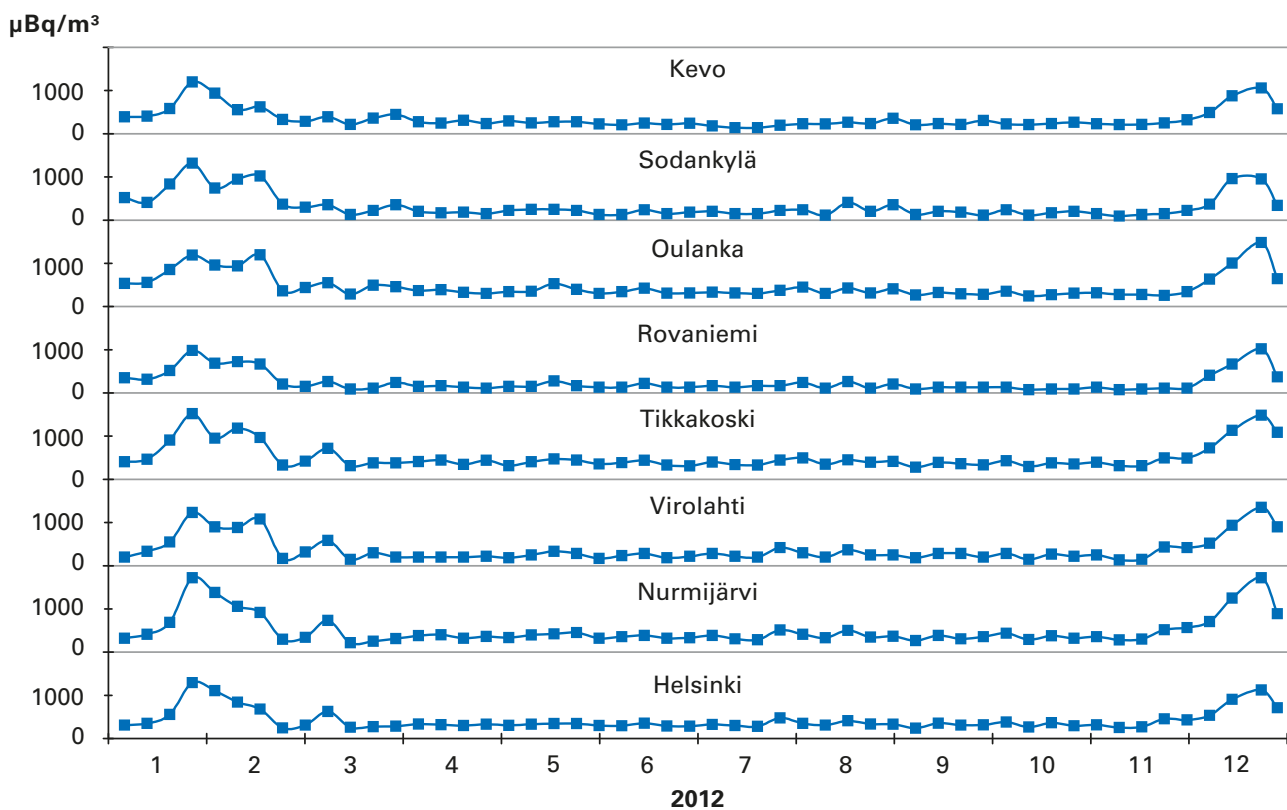
**Fig. 4.1.** Monitoring stations in 2012.



**Kuva 4.2.** Sodankylän seuranta-asema.

**Bild 4.2.** Bevakningsstation i Sodankylä.

**Fig. 4.2.** Monitoring station at Sodankylä.



**Kuva 4.3.** Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden pitoisuudet ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) vuonna 2012.

**Bild 4.3.** Koncentrationer ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) av långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2012.

**Fig. 4.3.** Concentrations of aerosol-bound long-lived gross beta activity ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) in 2012.



## 5 Laskeuman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisella laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeumanäytteiden analysointi antaa tietoa eri puolille maata tulevien radioaktiivisten aineiden määrästä ja on lähtökoh-ta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maa- ja vesiympäristössä.

### Näytteiden keräys

Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti samoilla yhdeksällä paikalla kuin ilmanäytteitä (kuva 3.1). Näytteen keräysjakso on tavallisesti yksi kuukausi. Ivalossa, Rovaniemellä ja Sodankylässä keräys-jakso on kolme kuukautta. Laskeumanäytteet ke-rätään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla laitteella, jonka keräysala on 0,07 m<sup>2</sup>. Laite ei erota sateen mukana tullutta märkää laskeumaa ja kuivaa laskeumaa toisistaan, vaan kerää ne yhteen. Talviajan näytteiden keruun helpottamiseksi laitteessa on lämmitysvastus, mikä pitää näytteen sulana ja varmistaa sen, että kaikki keräysastian satanut lumi tulee mukaan näytteeseen.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään stabiilia strontiumia ja cesiumia kantaja-aineiksi, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gammasäteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan gammaspektrometrisesti tuhitetusta näytteestä. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokroma-tografisella menetelmällä, minkä jälkeen <sup>90</sup>Sr mää-

ritetään tytärnuklidinsa <sup>90</sup>Y:n kautta matalataus-taisella verrannollisuuslaskurilla.

Kahden aseman sadevesinäytteistä määritetään cesiumin lisäksi myös tritiumpitoisuudet. Näytteet tislataan ja tritium mitataan nestetuikespektrometrillä.

### Tulokset

Vuoden 1986 jälkeen laskeumanäytteissä havaitut <sup>137</sup>Cs ja <sup>90</sup>Sr ovat peräisin pääasiassa Tshernobylin onnettomuudesta. Laskeuman mukana tulleet radioaktiiviset aineet liikkuvat paikallisesti, ja pieni osa niistä joutuu uudelleen ilmaan.

Taulukossa 5.1 on esitetty <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat vuonna 2012. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, useilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mittausajoilla <sup>137</sup>Cs:n havaitsemisraja on noin 0,05–0,2 Bq/m<sup>2</sup>/kk ja 0,1 Bq/m<sup>2</sup>/3 kk. Havaitsemista voidaan parantaa pidentämällä mittausaikaa.

Kuvassa 5.1 on <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat Helsingin seudulla vuodesta 1960 alkaen ja kuvassa 5.2 on <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat Rovaniemen seudulla vuodesta 1972 alkaen. Ennen vuotta 1986 havaittu laskeuma on peräisin ilmakehään tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvissa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu. Sadeveden tritiumpitoisuudet vuonna 2012 olivat pienet, yleensä 1–4 Bq/l (kuva 5.3).

---

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus  
([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 5 Radioaktiva ämnen i nedfall

Med radioaktivt nedfall avses radioaktiva ämnen som fallit ner på marken eller i vattnet som dammkorn eller i regndroppar. Analys av prov på nedfallet ger uppgifter om mängden av radioaktiva ämnen på olika håll i landet och är en utgångspunkt för forskning, som gäller radioaktiva ämnens vandring i marken och i vattendrag.

### Provtagning

Prov på nedfallet insamlas fortlöpande på samma orter där man tar luftprov (bild 3.1). Proven insamlas vanligen under en månad åt gången. I Enare, Rovaniemi och Sodankylä insamlas proven under tre månader åt gången. Nedfallsproven tas med en apparat av rostfritt stål, vars vågräta yta är 0,07 m<sup>2</sup>. Apparaten skiljer inte på torrt nedfall och vått nedfall som kommit med regn, utan proven slås ihop. På vintern underlättas provtagningen av ett uppvärmningsmotstånd i apparaten, vilket håller provet i smält form och garanterar det att all snö som fallit på provkärlet kommer med i provet.

### Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätter man stabilt strontium och cesium som bärare och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värmelampa, varefter de föraskas. De radioaktiva ämnen som ger gammastrålning analyseras med gammaspektrometer ur de föraskade proven. Strontium avskiljs från proven med extraktionkromatografiska metoden, varefter mängden <sup>90</sup>Sr bestäms genom att mäta dot-

ternukliden <sup>90</sup>Y i en proportionalitetsräknare med låg bakgrundsstrålning.

I regnvatten från två stationer bestäms också tritiumhalter. Proven destilleras och tritium mäts med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

<sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr som funnits i nedfallsproven efter 1986 härstammar huvudsakligen från Tjernobylolyckan. De radioaktiva ämnena som kommit med nedfallet rör på sig lokalt och en liten del av dem hamnar på nytt i luften.

I tabell 5.1 syns nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr år 2012. Det månatliga nedfallet på de olika orterna var små, vid många mätstationer var nedfallet under observationsgränsen. Med de oftast använda mättiderna blir observationsgränsen för <sup>137</sup>Cs 0,05–0,2 Bq/m<sup>2</sup>/månad och 0,1 Bq/m<sup>2</sup>/3 månader. Observationsmöjligheterna kan förbättras genom att förlänga mättiden.

Bild 5.1 visar nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr i Helsingforsregionen från och med år 1960 och bild 5.2 visar nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr i Rovaniemi-regionen från och med år 1972. Nedfallet före år 1986 härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Typiskt för detta nedfall är årstidsvariationerna som framgår av bilden. Regnvattnets tritiumhalter var låga år 2012, oftast 1–4 Bq/l (bild 5.3).

---

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 5 Radionuclides in deposition

Radioactive substances can be deposited as dry deposition or as wet deposition with rain. The analyses of deposition samples provide information on the regional distribution of deposited radionuclides and found a basis for research concerning the transfer of radioactive substances in terrestrial and aquatic environments.

### Sampling

Deposition samples are collected continuously at nine sites which are the same sites as for air sampling (Fig. 3.1). The usual sampling period is one month. The sampling period is three months in Inari, Sodankylä and Rovaniemi. The sampling collectors are made of stainless steel with a surface area of 0.07 m<sup>2</sup>. The deposition samplers do not separate wet and dry deposition, but they are collected together. In order to facilitate sampling in wintertime, there is a light heating resistor inside the collector that melts the snow and ice accumulated in the funnel thus ensuring it is included in the sample.

### Pre-treatment and analyses

In the laboratory, known amounts of Sr and Cs carriers are added to the samples, and the samples are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps, and the residues are ashed. The ashed samples are analysed for gamma-emitting radionuclides with gamma spectrometers. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, and thereafter <sup>90</sup>Sr is determined via its

daughter nuclide <sup>90</sup>Y, measured with a low background proportional beta counter. In addition to <sup>137</sup>Cs, concentrations of <sup>3</sup>H are determined in rainwater samples from two stations. The samples are distilled and then measured with liquid scintillation spectrometry.

### Results

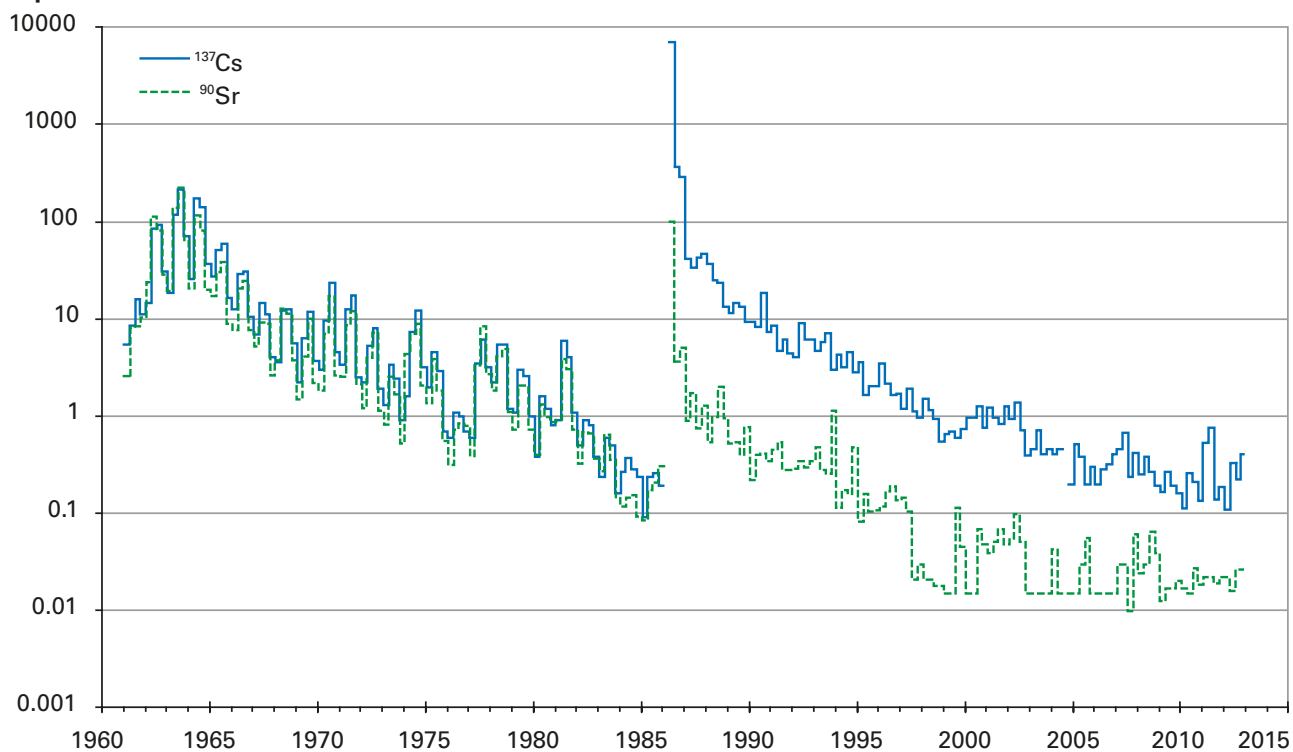
The amounts of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr observed in the deposition samples after 1986 originate mainly in the Chernobyl accident. The deposited radionuclides circulate locally, and a small amount ends up back in the air.

Table 5.1 shows the depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in 2012. The monthly depositions of <sup>137</sup>Cs at the different sites were low, and at some stations they were below the detection limit. The most commonly used counting times give <sup>137</sup>Cs a detection limit of approximately 0.05–0.2 Bq/m<sup>2</sup>/month and 0.1 Bq/m<sup>2</sup>/3 months. The detection limit can be lowered by using longer counting times.

Figure 5.1 presents the depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the Helsinki area since 1960 and figure 5.2 presents the depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the Rovaniemi area since 1972 (Bq/m<sup>2</sup>/3 months). As the figure 5.1 illustrates, before 1986 the regular seasonal fluctuation is typical of this stratospheric deposition. In 2012, the concentrations of tritium in rainwater were low, typically 1–4 Bq/l (Fig. 5.3).

---

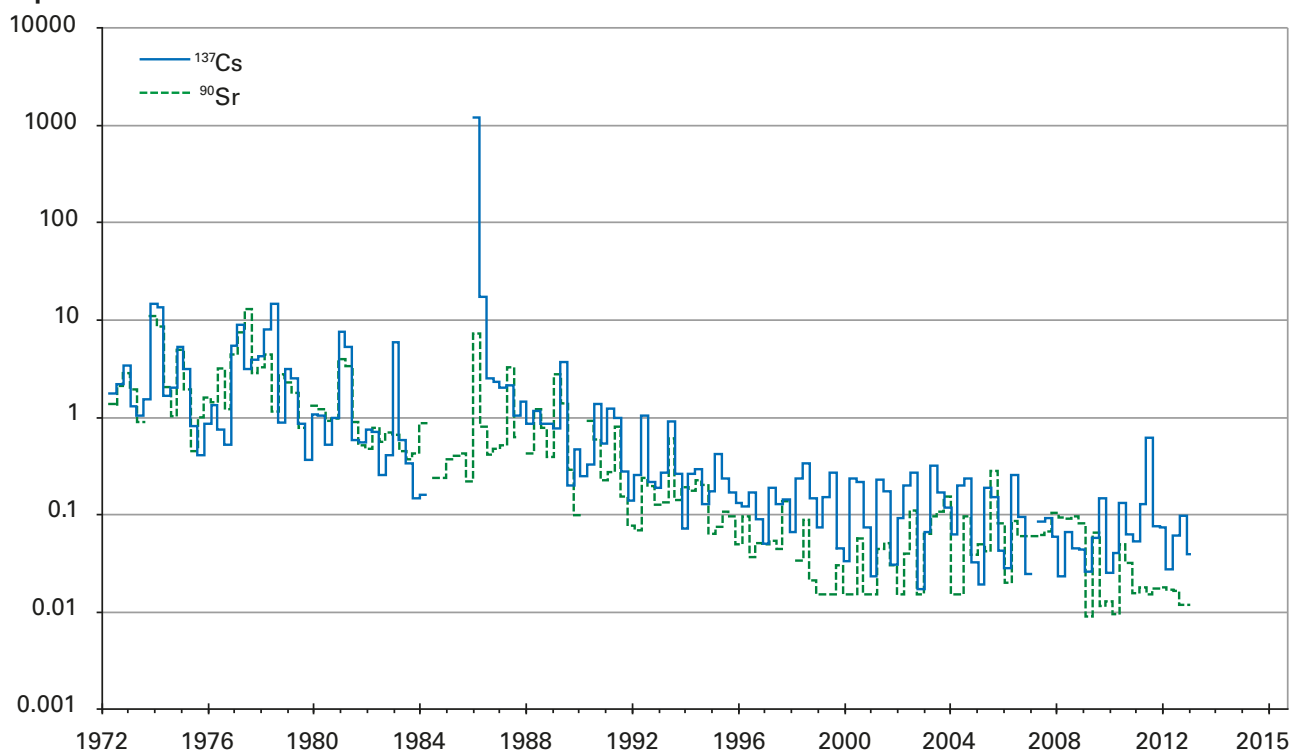
Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

**Bq/m<sup>2</sup> / 3 months**

**Kuva 5.1.** <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat Helsingin seudulla 1960–2012.

**Bild 5.1.** Nedfall av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr i Helsingforsregionen, 1960 till 2012.

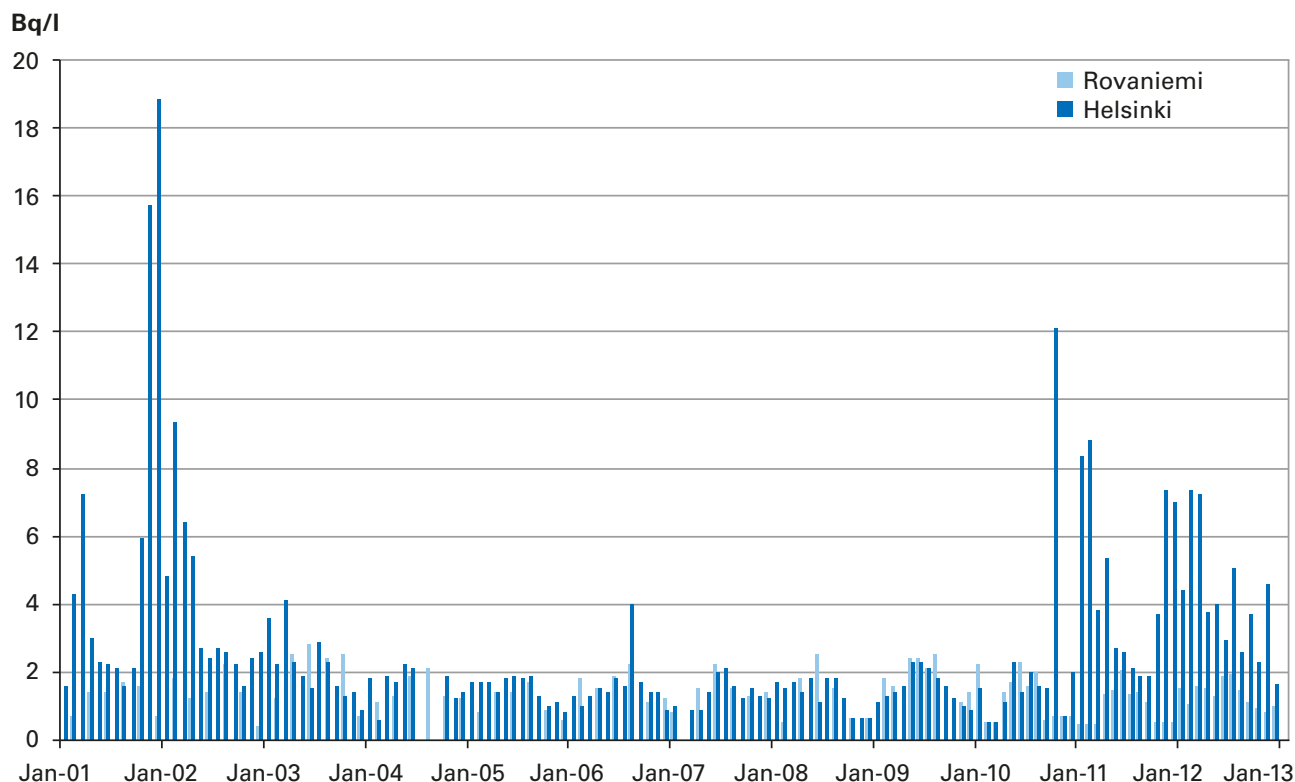
**Fig. 5.1.** Depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the Helsinki area, 1960–2012.

**Bq/m<sup>2</sup> / 3 months**

**Kuva 5.2.** <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat Rovaniemellä 1972–2012.

**Bild 5.2.** Nedfall av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr i Rovaniemi, 1972 till 2012.

**Fig. 5.2.** Depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in Rovaniemi, 1972–2012.



**Kuva 5.3.** Tritiumpitoisuudet (Bq/l) Helsingin ja Rovaniemen sadevesinäytteissä 2001–2012.

**Bild 5.3.** Halter av tritium (Bq/l) i regnvatten i Helsingfors och i Rovaniemi, 2001 till 2012.

**Fig. 5.3.** Activity concentrations (Bq/l) of tritium ( $^3\text{H}$ ) in rainwater in Helsinki and Rovaniemi, 2001–2012.

**Taulukko 5.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla vuonna 2012 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Tabell 5.1.** Nedfall av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  under kvartalen och hela året 2012 på olika orter ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Table 5.1.** Quarterly and annual depositions of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  at various stations in 2012 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

	$^{137}\text{Cs}$				$^{90}\text{Sr}^*$			Whole year	
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup>	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Helsinki	<0.1	0.3	0.2	0.4	<0.04	<0.03	0.05	1.1	0.1
Imatra	0.3	0.3	<0.1	0.3	<0.03	<0.03	<0.04	1.0	<0.1
Ivalo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.04	<0.03	<0.05	0.2	<0.1
Kajaani	<0.1	0.6	0.5	0.2	<0.03	0.05	0.06	1.5	0.1
Kotka	0.4	0.8	0.6	0.8	<0.04	<0.04	0.07	2.5	0.1
Kuopio	0.3	0.4	0.4	<0.1	<0.05	<0.04	<0.05	1.2	<0.1
Rovaniemi	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.03	<0.03	<0.05	0.2	<0.1
Sodankylä	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.03	<0.04	<0.06	0.2	<0.1
Ylöjärvi	0.3	1.5	0.7	0.3	<0.04	<0.03	0.05	2.8	0.1

\* $^{90}\text{Sr}$  näytteen on yhdistetty 1.7.–31.12.2012 (3. ja 4. neljännesvuosi).

\* $^{90}\text{Sr}$  proven från 1.7.–31.12.2012 (3. och 4. kvartalen) har kombinerats.

\*Samples of  $^{90}\text{Sr}$  have been combined 1.7.–31.12.2012 (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> quarter).

## 6 Pintaveden radioaktiiviset aineet

Analysoimalla säännöllisesti pintaveden radioaktiivisia aineita saadaan tietoa niiden ajallisesta käyttäytymisestä. Eri vesistöalueilta otetut näytteet antavat kuvan radionuklidien alueellisesta vaihtelusta.

### Näytteenotto

Pintavesinäytteitä otetaan kaksi kertaa vuodessa neljän suuren joen, Kymijoen, Kokemäenjoen, Oulujoen ja Kemijoen, suista (kuva 6.1). Kokemäenjoki otettiin mukaan vuonna 2009 uutena näytteenottopaikkana. Näytteenottokuukaudet ovat touko- ja lokakuu.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään stabiilia strontiumia ja cesiumia kantaja-aineksiksi, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölampun alla kuiviin, jonka jälkeen ne tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, ja  $^{90}\text{Sr}$  mitataan neste-  
tuikespektrometrillä (kuva 6.2).

### Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy edelleen

pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobylin laskeuma, ydinkoelaskeuma jakautui Suomeen lähes tasaisesti. Ydinkoelaskeuman vaikutukset näkyvät yhä Pohjois-Suomen joissa.

Kymijoessa  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet, koska sen valuma-alueelle keväällä 1986 tullut  $^{137}\text{Cs}$ -laskeuma oli huomattavasti suurempi kuin sinne tullut  $^{90}\text{Sr}$ -laskeuma. Sen sijaan Kemijoessa, jonka valuma-alueelle  $^{137}\text{Cs}$ :ää tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenvän  $^{137}\text{Cs}$ :n pitoisuudet ovat jo pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan  $^{90}\text{Sr}$ :n.

Oulujoesta lokakuussa 2010, 2011 ja 2012 otettujen näytteiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat lievästi korkeampia kuin aiempina vuosina. Varmuudella ei ole tiedossa, mistä tämä johtuu. Yksi mahdollinen selitys voisi olla runsaat kevät- ja syystulvat.

Vuonna 2012 Kymijoen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat noin 10-kertaisia ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet noin 3-kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna (kuva 6.1). Kymijoen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat korkeampia kuin Kokemäenjoen, vaikka Tshernobylin laskeuman vaikutuksesta  $^{137}\text{Cs}$ :n aktiivisuuspitoisuudet nousivat Kymi- ja Kokemäenjoissa lähes yhtä paljon. Vuonna 2012  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuonna 2011.

---

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus  
([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 6 Radioaktiva ämnen i ytvatten

Genom att regelbundet analysera radioaktiva ämnen i ytvattnet får man uppgifter om hur ämnena förekommer i vattenmiljö under olika tidpunkter. Prov från olika vattendrag ger en bild av radionuklidernas regionala spridning.

### Provtagning

Ytvattenprov tas två gånger om året vid mynningen av fyra stora älvar; Kymmene älv, Kumo älv, Ule älv och Kemi älv (bild 6.1). Kumo älv togs med som ny provtagningsplats år 2009. Proven tas i maj och oktober.

### Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätts strontium- och cesiumbärare till proven och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värmelampa, varefter de föraskas. Ur de föraskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gamma-spektrometer. Strontium avskiljs med extraktionskromatografi, varefter mängden av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer (bild 6.2).

### Resultat

Halten av radioaktiva ämnen i ytvattnet visar den ojämna regionala fördelningen av nedfallet från Tjernobyl samt att  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  beter sig olikt i

vattenmiljö. Nedfallet från kärnvapenprov var nästan jämnt fördelat i Finland. Dess påverkan syns fortfarande i resultaten från Norra Finlands älvar. Eftersom nedfallet av  $^{137}\text{Cs}$  på Kymmene älvs tillrinningsområde år 1986 var betydligt större än motsvarande nedfall av  $^{90}\text{Sr}$ , är halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv fortfarande högre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$  trots den snabbare minskningen av  $^{137}\text{Cs}$ . I Kemi älv, på vars avrinningsområde det kom betydligt mindre  $^{137}\text{Cs}$  än vid Kymmene älv, är halterna av  $^{137}\text{Cs}$  redan nu klart lägre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$ , som försvinner långsammare från vatten än  $^{137}\text{Cs}$ .

År 2010, år 2011 och år 2012 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Ule älv något högre än under tidigare år. Det finns ingen entydig orsak till detta. En möjlig förklaring kan vara rikliga vår- och höstfloder.

År 2012 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv ca 10-faldiga och halterna av  $^{90}\text{Sr}$  nästan trefaldiga jämfört med motsvarande halter i Kemi älv (bild 6.1). Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv var högre än i Kumo älv trots att aktivitetshalterna av  $^{137}\text{Cs}$  som härstammar från Tjernobylnedfallet i Kymmene älv och Kumo älv steg ungefär lika mycket. År 2012 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  ungefär lika än år 2011.

---

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 6 Radioactive substances in surface water

The continuous analysis of radioactive substances in surface water produces information on the temporal behaviour of radionuclides in aquatic environments. Samples taken from different water systems show the regional variation in the concentrations of radionuclides.

### Sampling

Samples of surface water are taken twice a year from the mouths of four major rivers in Finland, Kymijoki, Kokemäenjoki, Oulujoki and Kemijoki (Fig. 6.1). River Kokemäenjoki was included in 2009 as a new sampling site to the monitoring program. Sampling is done in May and October.

### Pre-treatment and analyses

In the laboratory, known amounts of Sr and Cs carriers are added to the samples, and they are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps, after which the dry residues are ashed. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, and  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer (Fig. 6.2).

### Results

The results of the surface water analyses show the uneven regional distribution of the Chernobyl fallout and the different behaviour of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in an aquatic environment. The fallout from nuclear weapon tests was rather evenly distributed

throughout Finland. Its traces are still observed in the river water from northern Finland.

The  $^{137}\text{Cs}$  deposition in spring 1986 in the catchment area of the river Kymijoki was remarkably higher than the  $^{90}\text{Sr}$  deposition. Therefore, the concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the water of this river is still higher than that of  $^{90}\text{Sr}$  in spite of the faster decrease of  $^{137}\text{Cs}$ . On the other hand, concerning the river Kemijoki, the  $^{137}\text{Cs}$  deposition to its catchment area was considerably smaller than to the catchment area of river Kymijoki, and the concentrations of the quickly removing  $^{137}\text{Cs}$  are already lower there than those of  $^{90}\text{Sr}$  that remains better in the water phase than  $^{137}\text{Cs}$ .

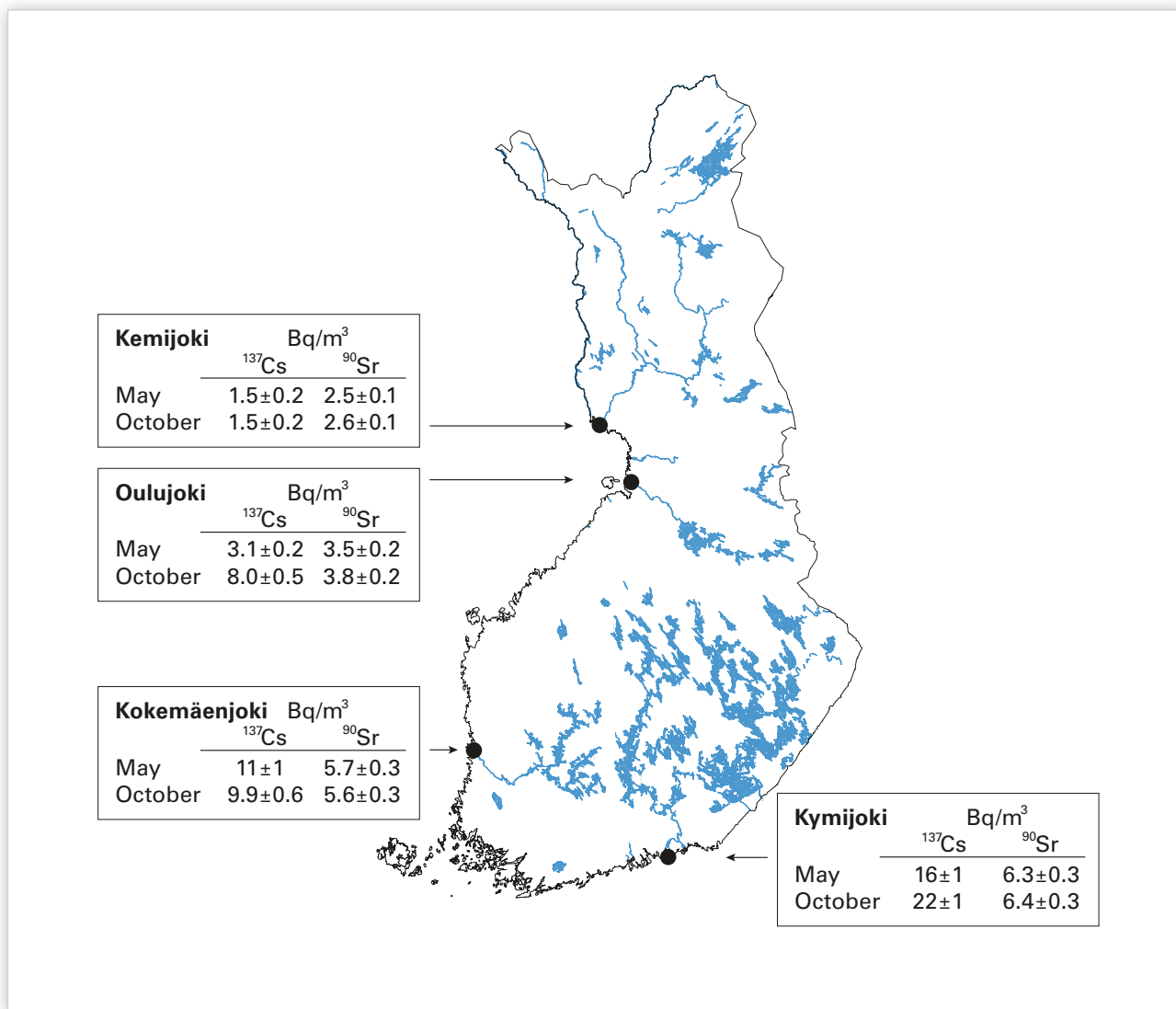
In 2010, 2011 and 2012, the  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in the samples taken from the river Oulujoki in October were slightly higher compared to normal measurement results. There is no definite explanation to these elevated concentrations. One possible reason might be significant spring and autumn floods.

The activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Kymijoki were approximately ten times higher and the concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  three times higher than the respective contents in Kemijoki (Fig. 6.1). The  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in Kymijoki were higher than in Kokemäenjoki, even though the activity concentrations increased almost as much in the both rivers due to the Chernobyl accident. In 2012, the levels of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  were about the same as in 2011.

---

Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))





**Kuva 6.1.** Pintaveden näytteenottoaikat ja näytteiden <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-pitoisuudet (Bq/m<sup>3</sup>) vuonna 2012.

**Bild 6.1.** Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) år 2012.

**Fig. 6.1.** The sampling sites of surface water and the activity concentrations of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) in 2012.



**Kuva 6.2.** Näytteen mittaaminen nestetuikespektrometrillä.

**Bild 6.2.** Mätning av provet med vätskeskintillationspektrometer.

**Fig. 6.2.** Measurement of the sample with a liquid scintillation spectrometer.

## 7 Juomaveden radioaktiiviset aineet

Juomaveden radioaktiivisuutta seurataan, jotta voidaan arvioida ihmiselle juomaveden kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta. Valvontaohjelman näytteistä analysoidaan keinotekoiset radioaktiiviset aineet, joita esiintyy yleensä vain pintavedestä tehdyssä juomavedessä. Juomaveden  $^{137}\text{Cs}$  ja  $^{90}\text{Sr}$  ovat peräisin pääosin Tshernobyl-laskeumasta ja tritium ilmakehässä suoritetuista ydinasekokeista. Suuremman säteilyaltistuksen Suomessa aiheuttavat talousvesissä esiintyvät luonnon radioaktiiviset aineet, joiden enimmäispitoisuuksille vesilaitosten jakamassa vedessä Säteilyturvakeskus on asettanut ohjearvot (ST-ohje 12.3).

### Näytteenotto

Juomavesinäytteet otetaan kahdesti vuodessa, keväällä ja syksyllä, Oulun ja Turun vesilaitosten jakamasta vedestä sekä suoraan vesijohtovedestä samoilta paikkakunnilta, joista otetaan ruokanäytteet: Helsingistä, Tampereelta ja Rovaniemeltä (kuva 7.1). Juomavesinäytteet otetaan syksyllä samanlaisesti ruokanäytteiden kanssa. Turun vesilaitoksen vesilähde on vaihtunut syksyllä vuonna 2012. Syksyn 2012 vesinäyte on uudesta vesilähteestä.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteistä otetaan ensin osanäytteet tritiumin määrittämiseen. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesiumkantajat ja tehdään typpihapolla happamiksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä analysoidaan  $^{137}\text{Cs}$  gamma-spektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi (kuva 7.2).  $^3\text{H}$  määritetään mittaamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrilla.

### Tulokset

Kaikkien näytteiden  $^{90}\text{Sr}$ - ja  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat pienet vuonna 2012 vaihdellen välillä 0,0004–0,016 Bq/l (taulukko 7.1). Rovaniemellä

$^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat alle havaitsemisrajan. Havaitsemisraja  $^{137}\text{Cs}$ :lle on noin 0,001 Bq/l ja  $^{90}\text{Sr}$ :lle noin 0,0002 Bq/l. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumaeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määristä. Tampereen raakavesi sisältää sekä pinta- että pohjavettä. Rovaniemellä käytetään yksinomaan pohjavettä. Helsingissä, Oulussa ja Turussa juomavesi on lähes kokonaan pintavettä. Syksystä 2012 lähtien Turussa juomavesi on ollut uutta tekopohjavettä. Turun syksyn juomavesinäytteessä  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuus oli noin kymmenen kertaa alhaisempi kuin kevään 2012 ja vuoden 2011 näytteissä.  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^3\text{H}$ -pitoisuuksissa ei ollut eroa kevään ja syksyn näytteissä vuonna 2012.

Näytteiden  $^3\text{H}$ -pitoisuudet olivat joko alle havaitsemisrajan tai välillä 1,2–1,6 Bq/l, ja siis paljon pienempiä kuin Euroopan neuvoston direktiivissä (98/83/EY) talousveden tritiumille asetettu raja-arvo 100 Bq/l (taulukko 7.1).

### Säteilyannokset

Juomaveden  $^3\text{H}$ :sta,  $^{90}\text{Sr}$ :stä ja  $^{137}\text{Cs}$ :stä yhteensä aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,03–0,3 mikroSv eri paikkakunnilla vuonna 2012; Oulussa ja Turussa noin 0,1 mikroSv ja Rovaniemellä vain noin 0,03 mikroSv. Oulun juomavedestä saatu annos oli noin puolet Helsingin annoksesta, mutta noin nelinkertainen Rovaniemeen verrattuna. Helsingissä  $^3\text{H}$ :n osuus juomaveden aiheuttamasta säteilyannoksesta oli vain 5 %, loppuosa aiheutui lähes saman verran  $^{90}\text{Sr}$ :stä ja  $^{137}\text{Cs}$ :stä.  $^3\text{H}$ :n osuus säteilyannoksesta oli suurin Rovaniemellä, noin 50 % ja  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus säteilyannoksesta oli suurin Tampereella, noin 70 %. Arviossa on juomaveden kulutukseksi oletettu 2 litraa päivässä.

Laskuissa on käytetty yhden merkitsevän numeron tarkkuudella annosmuuntokertoimia, jotka on esitetty Säteily- ja ydinturvallisuus kirjasarjan osassa Säteily ympäristössä (2003).

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 7 Radioaktiva ämnen i dricksvatten

Man följer med radioaktiviteten i dricksvatten för att kunna beräkna hur stor strålningsexponering dricksvatten utgör. I proven i detta tillsynsprogram analyseras konstgjorda radioaktiva ämnen, som i allmänhet endast förekommer i dricksvatten som består av ytvatten. Cesium och strontium i dricksvatten härstammar huvudsakligen från nedfallet efter olyckan i Tjernobyli och tritium härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Den största strålningsexponeringen orsakas dock av naturliga radioaktiva ämnen i finländskt grundvatten, och för dessa har Strålsäkerhetscentralen uppställt åtgärdsnivåer (Strålskyddsdirektiv 12.3).

### Provtagning

Dricksvattenprov tas två gånger om året, på våren och på hösten, från vattnet som distribueras av Uleåborg och Åbo vattenverk. Därtill tas dricksvattenprov direkt från vattenledningar på samma ställen där man tar livsmedelprov: Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (bild 7.1). På hösten tas proven på dricksvatten samtidigt som proven på livsmedel. Vattenverket i Åbo bytte vattenkälla mellan våren och hösten 2012. Vattenprovet från hösten 2012 är från den nya vattenkällan.

### Hantering och analys av proven

Ur proven tar man först delprov för att analysera tritium. Till resten av provet tillsätts Sr- och Cs-bärare och provet görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värme-lampa, varefter de föraskas. Ur de föraskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometer. Strontium avskiljs ur provet med ekstraktionskromatografisk metod, och halten av  $^{90}\text{Sr}$  mäts med vätskescintillationsspektrometer. För att bestämma tritium destilleras provet så att orenheter avlägsnas (bild 7.2). Halten av  $^3\text{H}$  bestäms genom att direkt mäta det destillerade provet med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

Halterna av  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i alla prov på dricksvatten var låga år 2012, och varierade mellan 0,0004

och 0,016 Bq/l (tabell 7.1). I Rovaniemi var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  under detektionsnivån. Detektionsnivån för  $^{137}\text{Cs}$  var ca 0,001 Bq/l och ca 0,0002 Bq/l för  $^{90}\text{Sr}$ . Skillnaderna mellan olika orters dricksvatten beror på att nedfallet varit olika samt att mängderna ytvatten och grundvatten i råvattnet är olika. Råvattnet för dricksvatten i Tammerfors innehåller både ytvatten och grundvatten. I Rovaniemi används enbart grundvatten. I Helsingfors, Uleåborg och Åbo är dricksvattnet nästan helt och hållet ytvatten. Från och med hösten 2012 är dricksvattnet i Åbo nytt konstgjord grundvatten. Halten av  $^{90}\text{Sr}$  i höstens 2012 vattenprov var ca tio gånger mindre än i vattenproven från våren 2012 och hela år 2011. Halterna av  $^3\text{H}$  och  $^{137}\text{Cs}$  var på samma nivå i vattenproven från våren och hösten 2012.

Halterna av  $^3\text{H}$  var antingen under detektionsnivån eller varierade mellan 1,2 och 1,6 Bq/l och låg alltså mycket under Europarådets direktiv (98/83/EG) som uppställer gränsvärdet 100 Bq/l för tritium i hushållsvatten (tabell 7.1).

### Stråldoser

Stråldosen orsakad av  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  tillsammans i dricksvatten varierade mellan 0,03–0,3 mikroSv på olika orter år 2012; i Uleåborg och Åbo var dosen ca 0,1 mikroSv och i Rovaniemi endast ca 0,03 mikroSv. Dosen från dricksvattnet i Uleåborg var ca hälften av dosen i Helsingfors men ca fyrfaldig jämfört med dosen i Rovaniemi. I Helsingfors orsakade  $^3\text{H}$  ca 5 % av dosen; resten var orsakad jämt av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$ . Andelen av  $^3\text{H}$  av dosen var störst i Rovaniemi, ca 50 %, och andelen av  $^{90}\text{Sr}$  var störst i Tammerfors, ca 70 %. Konsumtionen av dricksvatten har antagits vara 2 liter per dygnet.

I beräkningarna har man använt doskonversionskoefficienter med en siffras noggrannhet. Koefficienterna presenteras i boken ”Säteily ympäristössä” (2003) som ingår i bokserien om strål- och kärnsäkerhet.

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 7 Radioactive substances in drinking water

Drinking water is monitored to estimate the internal radiation dose people receive via drinking water. Only artificial radionuclides, which are normally found in the drinking water comprised of surface water, are analysed in this monitoring programme. Cesium and strontium observed in drinking water originate mainly in the Chernobyl deposition, whereas tritium originates in the deposition from atmospheric nuclear weapon tests. Most radiation exposure via drinking water in Finland comes from natural radionuclides in the ground water. In 1993, STUK issued action limits for natural radionuclides in drinking water that is distributed by waterworks (ST- guide 12.3).

### Sampling

Drinking water samples are collected twice a year, in the spring and in the autumn. Samples are taken from the drinking water distributed by the waterworks in Oulu and Turku. Samples are also taken straight from tap water from three sites providing daily diet samples, i.e. Helsinki, Tampere and Rovaniemi. In the autumn, the drinking water samples are collected together with the diet samples (Fig. 7.1). The water source of the waterworks in Turku has changed in the autumn 2012. The water sample in the autumn is from the new water source.

### Pre-treatment and analysis

First, a subsample is taken from the samples for tritium analysis. Known amounts of Sr and Cs carriers are added to the rest of the samples

which are then acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps and by ashing the dry residues. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer. The samples for tritium analysis are distilled until dry to remove any impurities (Fig. 7.2).  $^3\text{H}$  is determined by measuring the distilled samples with a liquid scintillation spectrometer.

### Results

Activity concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in all the samples were low in 2012, varying from 0.0004 to 0.016 Bq/l (Table 7.1). In Rovaniemi and Turku, the activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  were below the detection limit. The detection limits for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  were approximately 0.001 Bq/l and 0.0002 Bq/l, respectively. The differences between the sites are due to differences in deposition and the divergent amounts of surface and ground water used as raw water. The raw water of Tampere consists of both surface and ground water. In Rovaniemi raw water is drawn exclusively from ground water, which is generally well protected against fallout radioactivity. In Helsinki, Oulu and Turku, drinking water is drawn almost entirely from surface water. Since autumn 2012, the drinking water in Turku has been new man-made ground water. The activity concentration of  $^{90}\text{Sr}$  in the autumn 2012 water sample of Turku was ten times lower than

in the spring 2012 and in samples of year 2011. The activity concentrations of  $^3\text{H}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were similar in the samples of spring and autumn 2012.

The activity concentrations of  $^3\text{H}$  were below the detection limit or varied between 1.2 and 1.6 Bq/l (Table 7.1), being thus well below the limit of 100 Bq/l that has been set for tritium in household water by the European Commission Regulation (EC) No.98/83.

### **Radiation doses**

The radiation dose induced by  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water varied between 0.03–0.3 microSv at the various sites in 2012; in Oulu and Turku, the doses were approximately 0.1 microSv, and in Rovaniemi only 0.03 microSv. The radiation dose received via drinking water in Oulu was approximately half of that in Helsinki but four times higher than the dose in Rovaniemi. In Helsinki the contribution of  $^3\text{H}$  to the dose was 5%, the rest was caused equally by  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ . The contribution of  $^3\text{H}$  was highest in Rovaniemi (about 50%), and that of  $^{90}\text{Sr}$  was highest in Tampere (about 70%).

The calculations were made using dose conversion factors by one significant figure as given in the section Radiation in the environment in the Radiation and Nuclear Safety book series. Consumption of drinking water is assumed to be 2 litres per day.

---

Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority (*kaisa.vaaramaa@stuk.fi*)

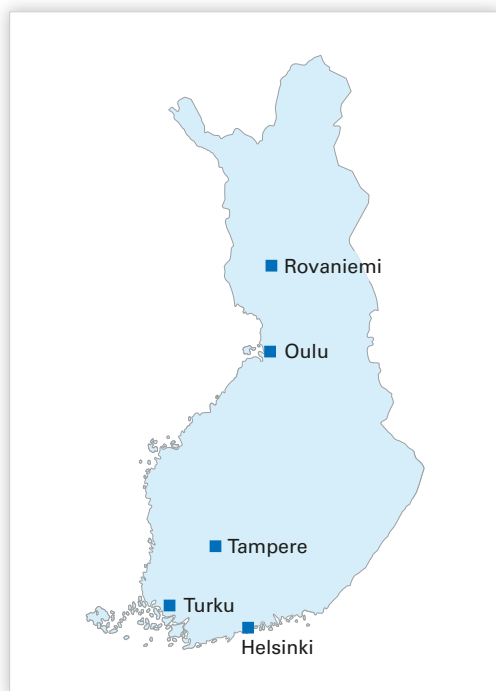


**Taulukko 7.1.** Juomaveden  $^3\text{H}$ -,  $^{90}\text{Sr}$ - ja  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet (Bq/l) Helsingissä, Oulussa, Rovaniemellä, Tampereella ja Turussa.

**Tabell 7.1.** Halter av  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i dricksvatten (Bq/l) i Helsingfors, Uleåborg, Rovaniemi, Tammerfors och Åbo.

**Table 7.1.** The concentrations of  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water (Bq/l) in Helsinki, Oulu, Rovaniemi, Tampere and Turku.

City	Sampling date	$^3\text{H}$ , Bq/l	$^{90}\text{Sr}$ , Bq/l	$^{137}\text{Cs}$ , Bq/l
Helsinki	18.4.2012	<1.0	$0.007 \pm 5\%$	$0.014 \pm 7\%$
	10.10.2012	<1.0	$0.006 \pm 5\%$	$0.016 \pm 6\%$
Oulu	16.4.2012	$1.2 \pm 0.3$	$0.004 \pm 5\%$	$0.003 \pm 9\%$
	8.10.2012	$1.3 \pm 0.3$	$0.004 \pm 5\%$	$0.003 \pm 9\%$
Rovaniemi	16.4.2012	<1.0	$0.0008 \pm 9\%$	<0.001
	10.10.2012	$1.5 \pm 0.3$	$0.0004 \pm 15\%$	<0.001
Tampere	16.4.2012	<1.0	$0.005 \pm 5\%$	$0.002 \pm 14\%$
	22.10.2012	$1.4 \pm 0.3$	$0.005 \pm 5\%$	$0.002 \pm 10\%$
Turku	16.4.2012	$1.6 \pm 0.3$	$0.003 \pm 5\%$	$0.001 \pm 19\%$
	9.10.2012	$1.6 \pm 0.3$	$0.0004 \pm 15\%$	<0.001



**Kuva 7.1.** Juomaveden keräyspaikkakunnat.  
**Bild 7.1.** Provtagningsorter för dricksvatten.  
**Fig. 7.1.** The sampling sites for drinking water samples.



**Kuva 7.2.** Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan.  
**Bild 7.2.** Provet destilleras för att bestämma tritium.  
**Fig. 7.2.** The sample for tritium analysis is distilled.

## 8 Maidon radioaktiiviset aineet

Ihmisten eniten käyttämät elintarvikkeet ovat maataloustuotteita. Ravintoketjussa ympäristössä olevat radionuklidit siirtyvät tehokkaasti rehun kautta maitoon. Maidon kulutus on runsasta, joten maidon radioaktiivisten aineiden seuranta on tärkeää. Säteilyvalvontaohjelman meijerit on valittu sellaisilta paikkakunnilta, että saadaan mahdollisimman kattava kuva Suomessa tuotetun maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista. Paikkakunnat edustavat myös erilaisia laskeumatasoja. Tämä valvontaohjelma antaa kuvan maidon radioaktiivisuustasosta ja maidon kautta aiheutuvasta säteilyannoksesta.

### Näytteenotto

Näytteet kerätään meijereistä, jotka sijaitsevat Joensuussa, Jyväskylässä, Oulussa, Riihimäellä ja Seinäjoella (kuva 8.1). Viikoittain kerättävät näytteet pakastetaan ja yhdistetään neljännesvuositain analysointia varten.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja tuhitetaan ennen analysointia. Tuhitetuista neljännesvuosittain yhdistetyistä näytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä (kuva 8.3), minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla.

### Tulokset

Meijerimaidon  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n alueelliset aktiivisuuspitoisuudet (Bq/l) vuonna 2012 on esitetty neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvoina taulukossa 8.1. Meijerimaidon  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,2–0,9 Bq/l. Maidon  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat korkeimmat niillä alueilla, joille tuli eniten Tshernobylin onnettomuudesta johtuvaa laskeumaa. Kuvassa 8.2 on esitetty maidon keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Maidon  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ovat jo lähes samaa tasoa kuin ennen Tshernobylin onnettomuutta. Havaitut pitoisuudet ovat alle tuhannesosan siitä toimenpidetasosta ja elintarvikekaupan raja-arvosta (1 000 Bq/l), jota sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Maidosta aiheutuva säteilyannos vuonna 2012 oli 0,0005–0,0015 mSv, josta  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus oli runsas kymmenesosa. Arviossa on oletettu maidon kulutukseksi 140 litraa vuodessa henkilöä kohti (Maatilatilastollinen vuosikirja 2008).

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 8 Radioaktiva ämnen i mjölk

Mjölk är ett baslivsmedel som en stor del av befolkningen använder. I näringskedjan förflyttar sig radionuklider i miljön mycket effektivt via foder till mjölk. Mjölkkonsumtionen är riklig, så det är viktigt att följa med radioaktiva ämnen i mjölk. Mejerierna i strålövervakningsprogrammet har valts ut på sådana orter att man får en tillräckligt täckande bild över radioaktivitetshalterna i mjölk producerad i Finland. Orterna representerar också olika nedfallsnivåer. Detta strålövervakningsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i mjölk och stråldosen som fås via mjölk.

### Provtagning

Proven tas från mejerier i Joensuu, Jyväskylä, Uleåborg, Riihimäki och Seinäjoki (bild 8.1). Proven insamlas varje vecka och fryses ner. De frusna proven sammanslås kvartalsvis.

### Hantering och analys av proven

Proven indunstas under värmelampa och föraskas före analysen. Bestämningen av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  görs ur kvartalsvis sammanslagna prov. Halten av  $^{137}\text{Cs}$  bestäms med gammaspektrometer. Strontium avskiljs först med extraktionkromatografisk metod

(bild 8.3) varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  mäts med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

I tabell 8.1 presenteras de årliga och kvartalsmedeltalen av de regionala halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i mejerimjölk (Bq/l) år 2012.  $^{137}\text{Cs}$ -halten i mejerimjölk varierade mellan 0,2–0,9 Bq/l. Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i mjölken var högre på de områden där det kom mest nedfall efter Tjernobylyckan. I bild 8.2 visas halterna av  $^{137}\text{Cs}$  sedan 1960-talet i mjölk från södra Finland. Området för provtagning har varierat vid olika tider.

$^{137}\text{Cs}$ -halten i mjölk är nu nästan på samma nivå som före Tjernobylyckan. De observerade halterna är mindre än en tusendel av det åtgärdsnivå och gränsvärde för livsmedelshandel (1 000 Bq/l), som tillämpas i Europeiska unionen efter en kärnolycka (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Stråldosen som orsakades av mjölk år 2012 var 0,0005–0,0015 mSv, varav andelen som  $^{90}\text{Sr}$  utgjorde var dryg 10 %. Den uppskattade mjölkförbrukningen var 140 liter per år per person (Lantbruksstatistisk årsbok 2008).

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))



## 8 Radioactive substances in milk

Agricultural produces form the greatest part of people's overall consumption of foodstuffs. Grass is an efficient collector of atmospheric contaminants and radionuclides in the food chain are rapidly transferred through cattle feed to milk. Since milk is consumed in high amounts, it is important to monitor the levels of radioactive substances in it. The sampling sites of dairy milk in the monitoring programme are chosen to provide representative information about the radioactivity in milk produced in Finland. The sites represent different levels of deposition. The milk is monitored also in order to estimate the internal radiation dose for people via milk.

### Sampling

The samples are collected from Finnish dairies in Joensuu, Jyväskylä, Oulu, Riihimäki and Seinäjoki (Fig. 8.1). The weekly samples from each sampling site are frozen. The frozen samples are then bulked together quarterly for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  analyses.

### Pre-treatment and analysis

The quarterly bulked samples are evaporated under infrared thermal lamps and ashed before the analysis. The concentration of  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurements. Strontium is separated by an extraction chromatographic method (Fig. 8.3) and thereafter  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

### Results

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in dairy milk (Bq/l) by sampling site in 2012 are presented as quarterly and annual means in Table 8.1. The concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in milk varied between 0.2–0.9 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident. Figure 8.2 presents concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in milk produced in southern Finland since the 1960s. The sampling site has changed throughout the years.

$^{137}\text{Cs}$  contents in milk are nearly at the same level as before the deposition caused by the Chernobyl accident. The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  observed are about one thousandth of the action level and the maximum permitted level (1 000 Bq/l) which are to be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

In 2012, the radiation dose received through milk was 0.0005–0.0015 mSv. About 10% of this radiation dose was due to  $^{90}\text{Sr}$ . The annual consumption of milk in this dose estimate was assumed to be 140 litres per capita (Yearbook of Farm Statistics 2008).

---

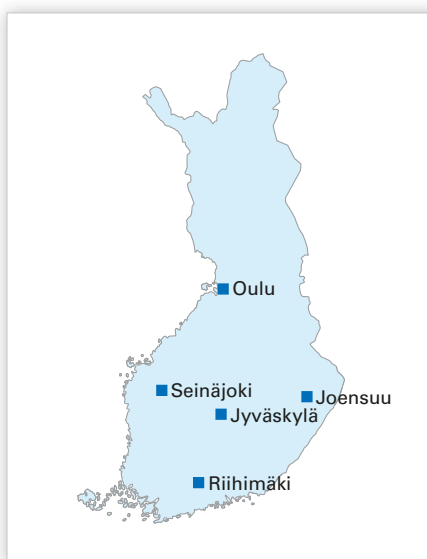
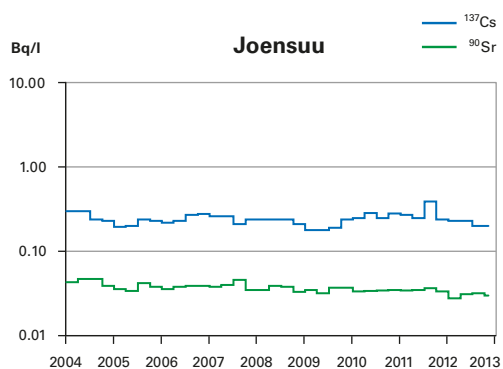
Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

**Taulukko 8.1.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n aktiivisuuspitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2012, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

**Tabell 8.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -halter (Bq/l) i mjölk år 2012, kvartals- och årsmedeltal.

**Table 8.1.** The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk in 2012, quarterly and annual means.

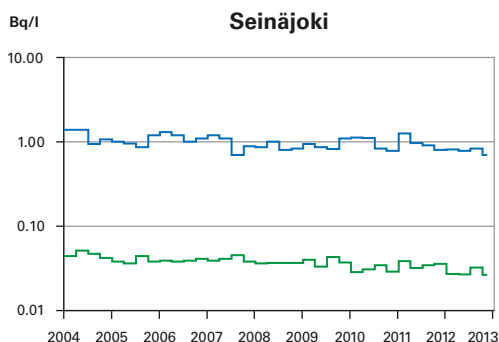
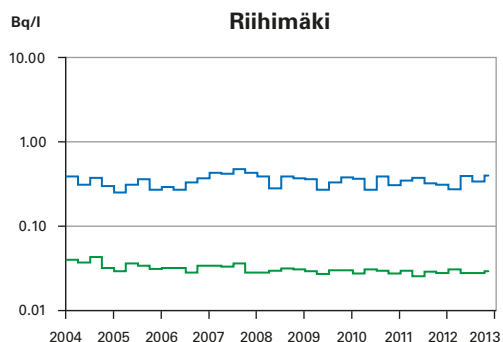
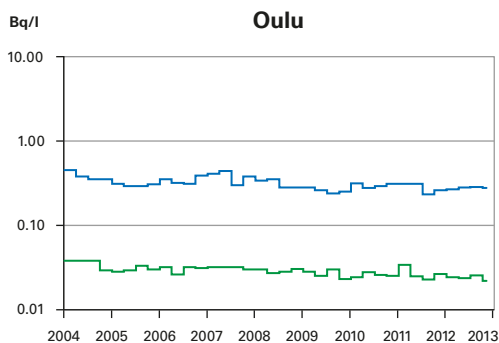
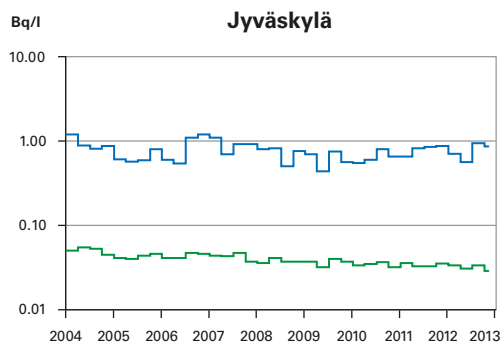
Site	1.1. – 31.3.		1.4. – 30.6.		1.7. – 30.9.		1.10. – 31.12.		1.1. – 31.12.	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Joensuu	0.23	0.028	0.23	0.031	0.20	0.032	0.20	0.030	0.22	0.030
Jyväskylä	0.71	0.033	0.56	0.031	0.94	0.034	0.86	0.029	0.77	0.032
Oulu	0.27	0.024	0.28	0.024	0.29	0.026	0.28	0.022	0.28	0.024
Riihimäki	0.27	0.031	0.40	0.028	0.34	0.028	0.40	0.029	0.35	0.029
Seinäjoki	0.81	0.027	0.78	0.027	0.83	0.032	0.70	0.026	0.78	0.028

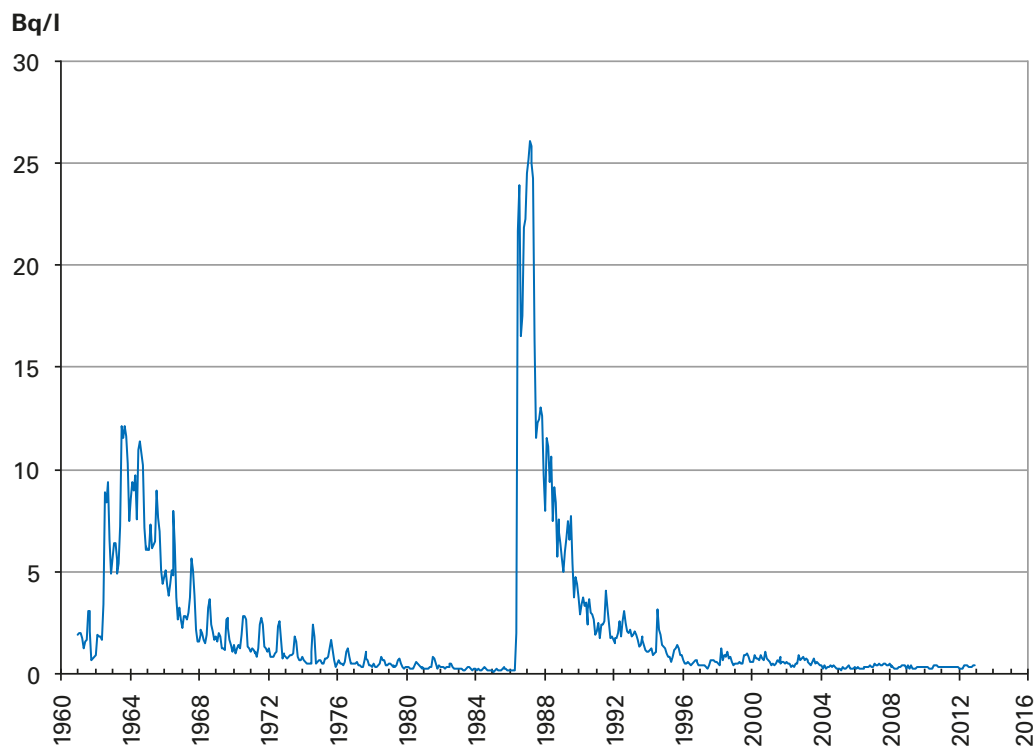


**Kuva 8.1.** Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n aktiivisuuspitoisuudet maidossa (Bq/l) vuodesta 2004 lähtien.

**Bild 8.1.** Provtagnings-orter för mjölk och  $^{137}\text{Cs}$ - och  $^{90}\text{Sr}$ -halter (Bq/l) i mjölk sedan 2004.

**Fig. 8.1.** The sampling sites of milk and areal concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk since 2004.





**Kuva 8.2.** Maidon keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus (Bq/l) Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.

**Bild 8.2.** Genomsnittlig halt av  $^{137}\text{Cs}$  i mjölk (Bq/l) som producerats i södra Finland sedan 1960.

**Fig. 8.2.**  $^{137}\text{Cs}$  in milk (Bq/l) in Southern Finland since 1960.



**Kuva 8.3.** Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä.

**Bild 8.3.** Strontium avskiljs ur provet med en extraktionkromatografisk metod.

**Fig. 8.3.** Strontium is separated by an extraction chromatographic method.

## 9 Elintarvikkeiden radioaktiiviset aineet

### 9.1 Yhden viikon ateriat

Elintarvikenäytteiden radioaktiivisuusmittauksen tavoitteena on hankkia tietoa radionuklidien saannista ruoan kautta. Samalla saadaan arvio väestön päivittäisestä ravinnon kautta saamasta säteilyaltistuksesta. Elintarvikkeiden keinotekoisista radioaktiivisuutta valvotaan keräämällä yhden viikon ajalta päivittäiset kiinteät ruoka-annokset. Juomat kerätään vain yhdeltä päivältä. Koko vuorokauden aterioiden analysointi yksittäisten elintarvikkeiden sijasta antaa suoraan saannin, jossa on jo huomioitu ruoan valmistuksen vaikutukset ja kulutustekijät.

Näytteenoton paikkakunnat ovat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa edustaen suurimpia asutuskeskuksia ja elintarvikkeiden käytön alueellisia eroja. Samoilta paikoilta otetaan samaan aikaan myös juomavesinäytteet suoraan vesijohtovedestä.

Tämä valvontaohjelma antaa kuvan suurkeittiöiden ruoan radioaktiivisuustasosta sekä suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saamasta säteilyannoksesta vuonna 2012. Ruoan  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus voi olla huomattavasti korkeampi, mikäli ravinto sisältää runsaasti luonnontuotteita, sillä metsämarjoissa, järvikalassa, sienissä ja riistassa on vielä Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevaa radioaktiivista cesiumia.

#### Näytteenotto

Näytteet kerätään syksyllä, jolloin uuden sadon tuotteet ovat mukana. Näytteenottopaikkoina ovat sairaaloiden suurkeittiöt (kuva 9.1). Näytteet sisältävät vuorokauden kaikki ateriat mukaan lukien juomat ja leivät. Ruoka- ja juomanäytteet

kerätään erikseen. Aterioiden vuorokauden energiasisältö on noin 7 500 – 9 200 kJ.

#### Näytteiden käsittely ja analysointi

Vuorokauden kiinteät ruokanäytteet yhdistetään yhdeksi näytteeksi, joka kuivataan ja homogenisoidaan. Kuivatuista vuorokausinäytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  gammaspektrometrillä mittaussuurella. Cesiummäärityksen jälkeen näytteet tuhitetaan ja yhdistetään  $^{90}\text{Sr}$ :n analysointia varten viikkonäytteiksi. Strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, jonka jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrillä.

Vuorokauden juomat yhdistetään yhdeksi näytteeksi, haihdutetaan lämpölamppujen alla ja tuhitetaan. Tuhitetuista vuorokausinäytteistä analysoidaan  $^{137}\text{Cs}$  ja  $^{90}\text{Sr}$ .  $^{137}\text{Cs}$  määritetään gammaspektrometrillä mittaussuurella. Strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrillä.

#### Tulokset

Päivittäisen ravinnon  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet ovat pieniä, koska ruoan raaka-aineena käytetyt maataloustuotteet ovat lähes puhtaita radioaktiivisista aineista. Tulosten vaihtelut johtuvat lähinnä näytteenottopäivän dieetin ja ruoan alueellisen alkuperän vaihteluista. Vuonna 2012  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ruoassa olivat 0,06–1,0 Bq/kg ja juomissa 0,27–0,40 Bq/l. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli välillä 0,09–1,6 Bq/d ja juomien kautta 0,23–0,38 Bq/d. Cesiummääritysten epävarmuus oli 5–22 % ja strontiummääritysten 9–19 %.

Aluekohtaiset tulokset on esitetty taulukoissa 9.2 ja 9.3. Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama säteilyannos oli vuonna 2012 alle 0,01 mSv, josta  $^{137}\text{Cs}$ :sta aiheutuva osuus oli noin 92 %.

## 9.2 Kaupan elintarvikkeet

Syksyllä 2012 hankittiin kaupan elintarvikkeita elintarvikeliikkeistä samoilta paikkakunnilta kuin vuorokausiruokanäytteet. Näytteiksi valittiin luonnonvaraista riistaa, kalaa ja luonnontuotteita  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksien määrittämistä varten (kuva 9.2). Näiden mittausten tulokset ovat taulukossa 9.1.

Mitatuista sieninäytteistä muutamien suppilovahveroiden ja yhden vaaleaorakasnäytteen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ylittivät raja-arvon 600 Bq/kg, jota suositellaan noudatettavaksi, kun saatetaan markkinoille luonnonvaraista riistaa, metsämarjoja ja -sieniä sekä järvikaloja (EU-suositus 2003/274/Euratom). Tuoreita, kuivattuja tai suolattuja sieniä liottamalla tai keittämällä vedessä ennen ruoaksi valmistamista saadaan 80–90 prosenttia cesiumista poistettua. Sienien kuivaaminen ilman liotusta ei vähennä cesiumin määrää. Lisätietoa käsittelymenetelmistä, joilla voidaan vähentää sienten radioaktiivista cesiumia, löytyy Säteilyturvakeskuksen verkkosivuilta.

Luonnontuotteita mitataan myös tutkimus- ja tiedotustarkoituksessa. Eri elintarvikkeiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksista on yksityiskohtaisempaa tietoa Säteilyturvakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus  
([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 9 Radioaktiva ämnen i livsmedel

### 9.1 En veckas måltider

Målet för radioaktivitetsmätningar i livsmedel är att erhålla uppgifter om intaget av radionuklider via födan. Med samma får man en bedömning av den dagliga stråldos befolkningen får via föda. Konstgjorda radioaktiva ämnen i livsmedel övervakas genom att samla in dagportioner av fast föda under en vecka. Drycker samlas under en veckodag. Analys av mat och dryck från ett helt dygn istället för analys av enstaka livsmedel ger direkt intaget, där man redan beaktat faktorer i tillagningen och konsumtion av maten.

Orterna för provtagning representerar den södra, mellersta och norra delen av Finland och de regionala skillnaderna i livsmedelsbruk. På samma orter tas samtidigt också dricksvattenprov direkt från vattnet i vattenledningar.

Detta övervakningsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i maten från storkök samt stråldosen som de som äter mat från storkök fick år 2012. Halten av  $^{137}\text{Cs}$  i maten kan vara betydligt högre ifall födan innehåller rikligt med naturprodukter eftersom skogsbär, insjöfisk, svampar och vilt ännu innehåller radioaktivt cesium som härstammar från Tjernobylnedfall.

#### Provtagning

Tidpunkten för provtagningen är oktober, så att produkterna från den nya skörden finns med. Provtagningen sker vid storkök i sjukhus (bild 9.1). Proven innefattar dygnets alla måltider inklusive drycker och bröd. Prov av mat och dryck uppsam-

las skilt. Energiinnehållet för måltiderna under ett dygn är ca 7 500 – 9 200 kJ.

#### Behandling och analys av proven

De fasta proven från ett dygns föda sammanslås till ett prov som torkas och homogeniseras. Ur de torkade proven bestäms  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometri. Efter att cesiumhalten bestämts föraskas proven och sammanslås till veckoprov för analys av  $^{90}\text{Sr}$ . Strontium avskiljs med extraktionskromatografi, varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer.

Dryckerna från ett dygn sammanslås till ett prov, indunstas under värmelampor och föraskas. Ur de föraskade proven bestäms  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometri. Strontium avskiljs med extraktionskromatografisk metod, varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer.

#### Resultat

Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i dagliga måltider är låga, eftersom de lantbruksprodukter som används som ingredienser är nästan fria från radioaktiva ämnen. Små variationen i mätresultaten beror närmast på variationen mellan dagen då matproven tagits, samt skillnaderna i ingrediensers regionala ursprung. År 2012 var  $^{137}\text{Cs}$ -halterna i maten var 0,06–1,0 Bq/kg och i dryckerna 0,27–0,40 Bq/l. Det dagliga intaget av cesium i maten varierade mellan 0,09–1,6 Bq/d och i dryckerna 0,23–0,38 Bq/d. Bestämningen av  $^{137}\text{Cs}$  hade en osäkerhet på 5–22 % och bestämningen av  $^{90}\text{Sr}$  en osäkerhet på

9–19 %. De regionala mätresultaten finns i tabell 9.2 och 9.3. Under år 2012 förorsakade storköken en stråldos på 0,01 mSv åt dess konsumenter. 92 % av denna dos berodde på  $^{137}\text{Cs}$ .

## 9.2 Livsmedel i butiker

Under hösten 2012 skaffades livsmedel från livsmedelsbutiker på samma orter där matproven från ett dygn hämtats. Till proven valdes vilt, vilda bär, vilda svampar och fisk för att bestämma halterna av  $^{137}\text{Cs}$  (bild 9.2). Resultaten från dessa mätningar finns i tabell 9.1.

Halten av  $^{137}\text{Cs}$  i proven översteg i några trattkantarellprov och ett blek taggsvamp-prov gränsvärdet 600 Bq/kg, som rekommenderas att tillämpas på  $^{137}\text{Cs}$  i vilt, vilda bär, vilda svampar och sötvattenfisk som säljs på marknaden (EU-rekommendation 2003/274/Euratom). Genom att blötlägga eller koka färska, saltade eller torkade svamparna i vatten kan 80–90 procent av cesiumet avlägsnas. Torkning utan blötläggning sänker inte cesiumhalten i svamp. Mera information om metoder för att sänka  $^{137}\text{Cs}$ -halten i svampar finns på Strålsäkerhetscentralens webbsida.

Naturprodukter mäts också i forsknings- och informationssyfte. Mer specifika detaljer om halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i olika livsmedel finns på Strålsäkerhetscentralens webbsida [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))



## 9 Radioactive substances in foodstuffs

### 9.1 One week diet

The aim of the foodstuffs monitoring program is to obtain information about the intake of radionuclides through ingestion for estimating internal doses. The artificial radioactivity in foodstuffs is monitored by collecting daily meals of solid food over one week. Drinks are collected only once a week for one day. An analysis of the whole mixed diet samples rather than the main components of diet gives the intake, in which the consumption and food processing are already included.

The sampling sites are located in southern, central and northern Finland, representing the main population centres and areal differences in the consumption of foodstuffs. The sites are Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Fig. 9.1). Drinking water samples, taken directly from running tap water, are also collected in the same cities. This monitoring programme typifies the food prepared in institutional kitchens, and the level of radioactivity it contains in 2012. Radioactive concentrations may be remarkably higher in the food containing a lot of natural produces (wild berries, freshwater fish, wild mushrooms and game).

#### Sampling

The diet samples are collected once a year. The sampling time is October in order to include the products of the new crop in the sampling. The sampling sites comprise institutional kitchens in hospitals. The samples consist of all the meals of a day, including drinks and bread. Food and drink samples are collected separately. The daily energy content of meals totals is approximately 7 500 – 9 200 kJ.

#### Pre-treatment and analysis

The solid food samples collected during a day are combined into one sample, which is dried and homogenised. The  $^{137}\text{Cs}$  of the dried daily samples is determined by gamma spectrometric measurement. After they have been analysed for cesium, the samples are ashed and combined into weekly samples for  $^{90}\text{Sr}$  analysis. Strontium is separated from the samples by an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

The drinks collected during a day are evaporated under infrared thermal lamps and ashed.  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurement from the ashed drink samples. Strontium is separated from the samples by an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

#### Results

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in daily meals are low because the agricultural products used as raw material are almost clear of artificial radionuclides. The variation in the results is caused by the differences in the types of meals that were prepared on the sampling dates and in the areal origins of raw materials. The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in the solid food in 2012 ranged from 0.06–1.0 Bq/kg, and in the drinks from 0.27–0.40 Bq/l. The daily intakes of  $^{137}\text{Cs}$  via food varied between 0.09–1.6 Bq/d, and via drinks from 0.23–0.38 Bq/d. The determination of  $^{137}\text{Cs}$  gave a uncertainty of 5–22% and the determination of  $^{90}\text{Sr}$  that of 9–19%. The areal



results are given in Table 9.2 and in Table 9.3. The average internal radiation dose received through food from the institutional kitchens in 2012 was less than 0.01 mSv, approximately 92% of which is due to  $^{137}\text{Cs}$ .

## 9.2 Foodstuffs on the market

In the autumn of 2012, the foodstuffs on the market were acquired from grocery shops at the same cities as the daily diet samples. Wild game, wild berries, wild mushrooms and fish were chosen as samples in order to determine concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  (Fig. 9.2). The results of these measurements are presented in Table 9.1.

In the analysed samples, the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in certain mushrooms (*Cantharellus tubaeformis*, *Hydnum repandum*) were higher than the maximum permitted level, 600 Bq/kg, recommended to be respected when placing wild game, wild berries, wild mushrooms and lake fish on the market (Commission recommendation 2003/274/Euratom). Soaking or cooking removes up to 80–90 per cent of  $^{137}\text{Cs}$  contents in fresh, dried or salted mushrooms. Drying without soaking does not reduce the  $^{137}\text{Cs}$  contents of the mushrooms.

Natural products are monitored also for the purposes of research and media. More detailed information about the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in various foodstuffs can be found at the STUK's website, [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

**Taulukko 9.1.**  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet (Bq/kg) elintarvikeliikkeistä hankituissa näytteissä vuonna 2012.

**Tabell 9.1.**  $^{137}\text{Cs}$  i prov som köpts i livsmedelsbutiker år 2012.

**Table 9.1.**  $^{137}\text{Cs}$  in the samples purchased from food shops in 2012.

Elintarvike	Livsmedel	Foodstuff	$^{137}\text{Cs}$ , Bq/kg (number of samples)					
			Helsinki		Tampere		Rovaniemi	
hirvenliha	älgkött	venison	13–34	(2)	12–19	(2)	1.5–19	(3)
poronliha	renkött	reindeer meat	–	–	–	–	79–210	(4)
peuranliha	vildrenskött	deer meat	30	(1)	–	–	–	–
heinäsorsanliha	gräsandskött	mallard meat	2.8	(1)	–	–	–	–
metsämarjat	skogsbär	wild berries	2.6–95	(20)	2.9–140	(21)	1.3–30	(7)
tyrni	havtorn	sea-buckthorn	–	–	0.1	(1)	–	–
sienet	svampar	mushrooms	12–1100	(15)	2.4–850	(13)	18–56	(3)
järvi- ja jokikala	insjöfisk	freshwater fish	18–56	(3)	10–79	(7)	1.4–40	(5)
murtovesi- ja merikala	brack- och havsfisk	brackfish water and marine fish	2.7–33	(9)	<0.3–56	(7)	5.1–18	(3)
kasvatettu kala (meri- ja sisävesiallas)	odlad fisk (havs- och insjöbassäng)	farmed fish (sea and freshwater basin)	–	–	0.5–0.7	(3)	0.2–0.5	(4)

**Taulukko 9.2.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n saanti ruoasta vuonna 2012.

**Tabell 9.2.** Intag av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  via föda år 2012.

**Table 9.2.** The intake of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via ingestion in 2012.

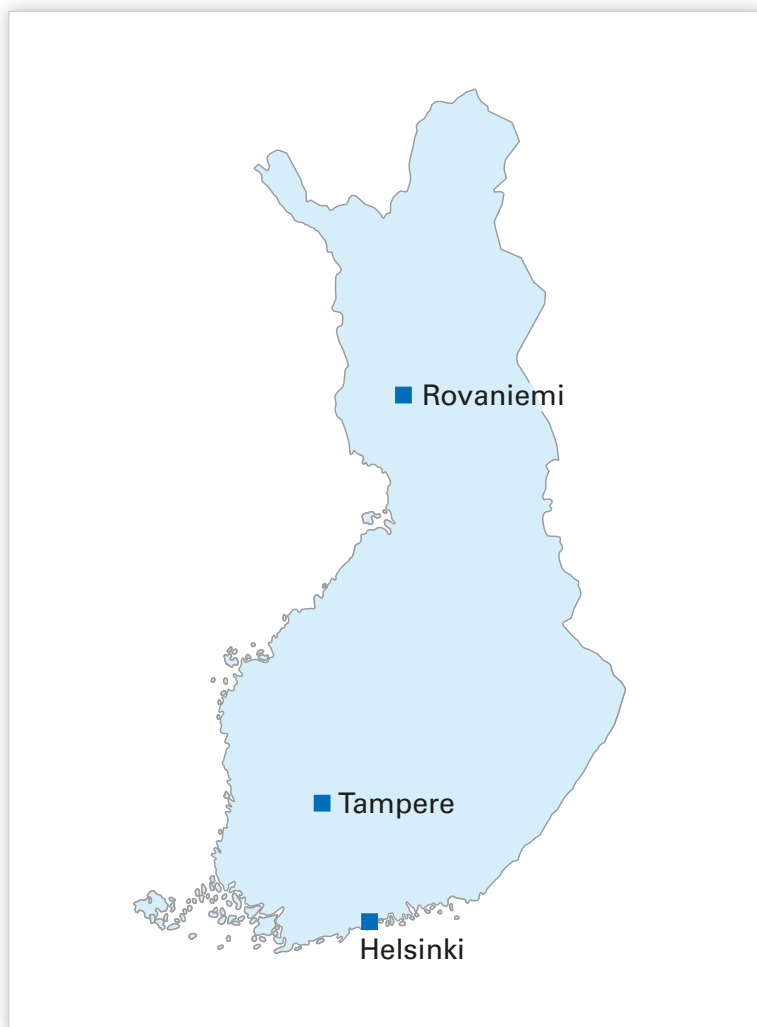
Site	Sampling date	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/d) meal	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/week) meal
Helsinki	8.10.2012	0.49	0.54
	9.10.2012	0.21	
	10.10.2012	0.15	
	11.10.2012	0.24	
	12.10.2012	0.25	
	13.10.2012	0.24	
	14.10.2012	0.34	
Rovaniemi	8.10.2012	0.79	0.35
	9.10.2012	0.21	
	10.10.2012	0.22	
	11.10.2012	0.21	
	12.10.2012	0.14	
	13.10.2012	1.60	
	14.10.2012	0.55	
Tampere	15.10.2012	0.09	0.26
	16.10.2012	0.15	
	17.10.2012	0.13	
	18.10.2012	0.23	
	19.10.2012	0.12	
	20.10.2012	0.85	
	21.10.2012	0.93	

**Taulukko 9.3.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n päivittäinen saanti juomista 2012.

**Tabell 9.3.** Dagligt intag av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  via drycker år 2012.

**Table 9.3.** The daily intake of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via drinks in 2012.

Site	Sampling date	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/d) drinks	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/d) drinks
Helsinki	9.10.2012	0.23	0.02
Rovaniemi	10.10.2012	0.38	0.03
Tampere	21.10.2012	0.30	0.02



**Kuva 9.1.** Elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.  
**Bild 9.1.** Provtagningsorter för födoämnen.  
**Fig. 9.1.** The sampling sites for diet samples.



**Kuva 9.2.** Näytteet kuivataan ja homogenisoidaan. Kuivatuista näytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus.  
**Bild 9.2.** Proven torkas och homogeniseras. Ur de torkade proven bestäms halten av  $^{137}\text{Cs}$ .  
**Fig. 9.2.** The samples are dried and homogenised. The activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  is determined from the dried samples.

## 10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen saa radioaktiivisia aineita elimistöön hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keinoitekoisesti tuotettuja. Näistä gammasäteilyä lähettäviä aineita voidaan mitata suoraan ihmisen kehosta. Mittaukset tehdään ns. kokokehomittauslaitteistoilla, joista toinen on kiinteästi asennettuna laboratorioon Helsingissä ja toinen on kuorma-autoon rakennettu. Kiinteästi asennettu mittauslaitteisto otettiin käyttöön vuonna 1965 ja liikkuva yksikkö kymmenen vuotta myöhemmin.

### Mittaukset

Kiinteä mittauslaitteisto on sijoitettu 80 tonnia painavaan rautahuoneeseen. Paksujen rautaseinien tarkoituksena on vaimentaa ympäristöstä tulevaa taustasäteilyä. Liikkuva yksikkö painaa noin 2,5 tonnia, kuva 10.1. Helsingin ulkopuoliset mittaukset tehdään yleensä liikkuvalle yksikölle. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli, johon mitattava henkilö asettuu, ja edessä olevat gamma-säteilyä havaitsevat ilmaisimet. Mitattava aktiivisuusmäärä on yleensä pieni, ja siksi ympäristöstä tulevan taustasäteilyn vaimentamiseksi tuoli on tehty lyijystä ja säteilyilmaisimien ympäröity lyijyvaipalla.

Kokokehomittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä. Mittaus perustuu kehossa olevien radioaktiivisten aineiden hajotessaan lähettämän gammasäteilyn havaitsemiseen. Tällä hetkellä yleisin Suomessa väestön kokokehomittauksissa havaittu keinotekoinen radioaktiivinen aine on  $^{137}\text{Cs}$ .

### Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuodesta 1999 alkaen on tämän ryhmän lisäksi mitattu Helsingistä, Tampereelta (2001 alk.) ja Rovaniemeltä kouluympäristöstä valittuja ryhmiä. Näiden neljän ryhmän tulosten perusteella arvioidaan suomalaisten saama säteilyannos keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Tampere edustaa Suomessa Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman korkeimman laskeuman aluetta.

Helsingin, Tampereen ja Rovaniemen kouluryhmät koostuvat vapaaehtoisista oppilaista ja opettajista. Koulut on valittu siksi, että samassa mittaustilassa on eri-ikäisiä henkilöitä. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radioaktiivista cesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulutuksesta.

### Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.2. Kuvassa oleviin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 14-vuotiaiden) mittaustulosten mediaanit. Tässä yhteydessä mediaani on parempi tunnusluku kuin keskiarvo, koska otokset ovat pieniä, jolloin yksittäiset huomattavan suuret tai pienet tulokset painottuvat liikaa (ks. kuva 10.2). Helsingissä mitattiin 42, Rovaniemellä 55 ja Tampereella 41 henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumaktiivisuus kehossa oli 280 Bq ja alle havaitsemisrajan (noin 50 Bq) jäi 24 kpl mitatuista. Vastaavat luvut olivat Rovaniemellä 350 Bq ja 19 kpl sekä Tampereella 480 Bq ja 14 kpl. Lasten eli alle 15-vuotiaiden tuloksista voidaan todeta, että kehossa oleva cesiumaktiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Myös alle havaitsemisrajan olevia tuloksia oli suhteellisesti enemmän kuin aikuisissa. Tämä sopii hyvin yhteen aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Mittaustulosten vuotuinen vaihtelu johtuu kaupasta ostettujen ja luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien suurista eroista sekä luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden satunnaisesta käytöstä.

Kuvassa 10.3 on esitetty keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenissä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Kuvassa erottuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinkokeiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vaikutukset kehossa olevaan cesiumaktiivisuuteen.

Kehossa olevan  $^{137}\text{Cs}$ :n aiheuttaman säteilyannoksen arvioitiin vuonna 2012 jääneen alle 0,01 mSv/henkilö, eli alle 0,3 % suomalaisen keskimääräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta, noin 3,7 mSv.

Yhteyshenkilö: Jussi Huikari, Säteilyturvakeskus ([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))

## 10 Radioaktiva ämnen i människokroppen

Människan får i sig radioaktiva ämnen genom att andas in dem eller med födan. Dessa ämnen är antingen av naturligt ursprung eller konstgjorda. De ämnen som emitterar gammastrålning i människokroppen kan mätas direkt med helkroppsmätning. Strålsäkerhetscentralen har två utrustningar för detta: den ena är fast installerad i laboratoriet i Helsingfors och den andra är byggd i en lastbil. Den fasta helkroppsmätaren togs i bruk år 1965 och den mobila tio år senare.

### Mätningar

Helkroppsmätaren i laboratoriet har placerats i ett järnrum som väger 80 ton. De tjocka järnväggarna absorberar den bakgrundsstrålning som kommer från omgivningen. Den mobila enheten väger ca 2,5 ton, bild 10.1. Med den kan man utföra mätningar på stora avstånd från Helsingfors. Mätutrustningen består av en stol som personen, som ska mätas, placerar sig i, och detektorer som finns framför stolen. Den aktivitet som mäts är vanligtvis liten och för att skärma av bakgrundsstrålningen från omgivningen har stolen gjorts av bly och detektorn omgäddats med ett blyskydd.

Vid helkroppsmätning utsätts personen som mäts inte för strålning. Mätningen går ut på att observera den gammastrålning som radioaktiva ämnen i kroppen emitterar vid sitt sönderfall. För närvarande är  $^{137}\text{Cs}$  det vanligaste radioaktiva ämnet som människorna får via födan.

### Människogrupper som mätts

I Finland har sedan år 1965 en referensgrupp av helsingforsare mätts. Från och med år 1999 har dessutom tre grupper från skolmiljöer i Helsingfors, Rovaniemi och Tammerfors (fr.o.m. 2001) mätts. På basis av resultaten av dessa mätningar har man beräknat den stråldos som finländarna i medeltal får från konstgjorda radioaktiva ämnen. Tammerfors representerar området med Finlands största nedfall från Tjernobyl-olyckan.

I grupperna ingår frivilliga personer, elever och lärare, från de utvalda skolorna. Skolorna har valts för att inkludera olika åldersgrupper i samma mätplats. Personernas intervjuas kortfattat om matvanor samt hur mycket de konsumerar vissa livsmedel som innehåller rikligt med radioaktivt cesium.

### Resultat

Resultaten finns i bild 10.2. Endast mätresultatsmedianerna för personer över 14 år har medtagits. Här är medianen en bättre parameter än medeltalet eftersom personsamplet är litet och enstaka avvikande stora eller små resultat inverkar för mycket (se bild 10.2). I gruppen från Helsingfors mättes 42 personer, i den från Rovaniemi 55 och i den från Tammerfors 41 personer. I Helsingfors var den högsta uppmätta  $^{137}\text{Cs}$  aktiviteten 280 Bq och 24 personer låg under detekteringsgränsen (50 Bq). I Rovaniemi var de motsvarande värdena 350 Bq och 19 personer och i Tammerfors 480 Bq och 14 personer. Cesiumaktiviteten i barn (under 15 år) var vanligtvis under 100 Bq. Fall under detekteringsgränsen förekom relativt sett oftare bland barn än bland vuxna. Detta stämmer bra överens med resultaten från tidigare undersökningar. Årsvariationen mellan mätresultaten beror på de stora skillnaderna i aktiviteten i inhandlad mat och naturprodukter samt de oregelbundna konsumtionsvanorna för naturprodukter.

Bild 10.3 visar kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobyl-olyckan på cesium-aktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2012 uppskattades  $^{137}\text{Cs}$  i människokroppen i medeltal förorsaka en stråldos på cirka 0,01 mSv/person eller mindre än 0,3 procent av den totala stråldosen på ca 3,7 mSv som finländarna årligen får.

Kontaktperson: Jussi Huikari, Strålsäkerhetscentralen ([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))



## 10 Radioactivity in man

Radioactive substances enter the human body via breath or with foodstuffs. These substances are either of natural or of artificial origin of which gamma ray emitters can be measured directly using a dedicated whole body counter. There are two such counters in use at STUK. One is a permanently installed system in the laboratory and the other one is a mobile system. The stationary system was installed in 1965 and the mobile system ten years later.

### The measurements

The stationary system is installed inside a 80 ton iron room. The thick iron walls are there to reduce the environmental background radiation. The mobile unit weights about 2.5 ton and is installed on a truck (Fig. 10.1). This mobile system is used in the measurements away from Helsinki. The mobile system includes a lead chair for the person to be measured and in front of that a lead shielded gamma ray detector. The amount of radioactive substances to be measured is usually small, therefore, the lead shielding is necessary in order to reduce the background radiation from the environment

The measurement itself does not cause any additional exposure to radiation. The measurement is based on detection of gamma radiation emitted by the radioactive substances in the body. Today,  $^{137}\text{Cs}$  is the most common artificial radionuclide detected in these measurements.

### Groups of people to be measured

A In 2012 the measurements were done in Helsinki, Rovaniemi and Tampere (for a map, see Fig. 9.1) A reference group from Helsinki has been monitored since 1965. The groups from Helsinki and Rovaniemi have been followed since 1999 and in 2001 a group from Tampere was added. These groups include volunteer children and teachers from local schools where different age groups

are easily available. The measured persons were interviewed for information on eating habits and consumption of certain foodstuffs known to contain rather high concentrations of  $^{137}\text{Cs}$ . Based on the results of these measurements the internal radiation dose for the people from artificial radioactive substances can be estimated.

### Results

The medians on the measurement results are presented for the adults (older than 14 years) in Helsinki, Rovaniemi and Tampere in Figure 10.2. The median suits better for the purpose than the mean value because, when groups measured are small, a single large or small result gets too much weight (see Fig. 10.2). In the Helsinki group there were 42, Rovaniemi group 55 and in the Tampere group 41 persons measured. In Helsinki the highest content was 280 Bq and 24 persons were below the detection limit 50 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 350 Bq and 19 persons below 50 Bq and in Tampere 480 Bq and 14 persons below 50 Bq. Some children below 15 years age were measured and their body contents were usually below 100 Bq. In addition, there were relatively more results among children below detection limit than among adults. This result is in good agreement with results from our earlier studies.

Figure 10.3 shows the mean  $^{137}\text{Cs}$  activity in the Helsinki reference group measured since 1965. The influence of the atmospheric nuclear weapons tests and of the Chernobyl accident on the body caesium content is clearly visible.

The mean internal radiation dose from  $^{137}\text{Cs}$  in 2012 was estimated at 0.01 mSv/person, or less than 0.3% of the total mean annual radiation dose 3.7 mSv.

---

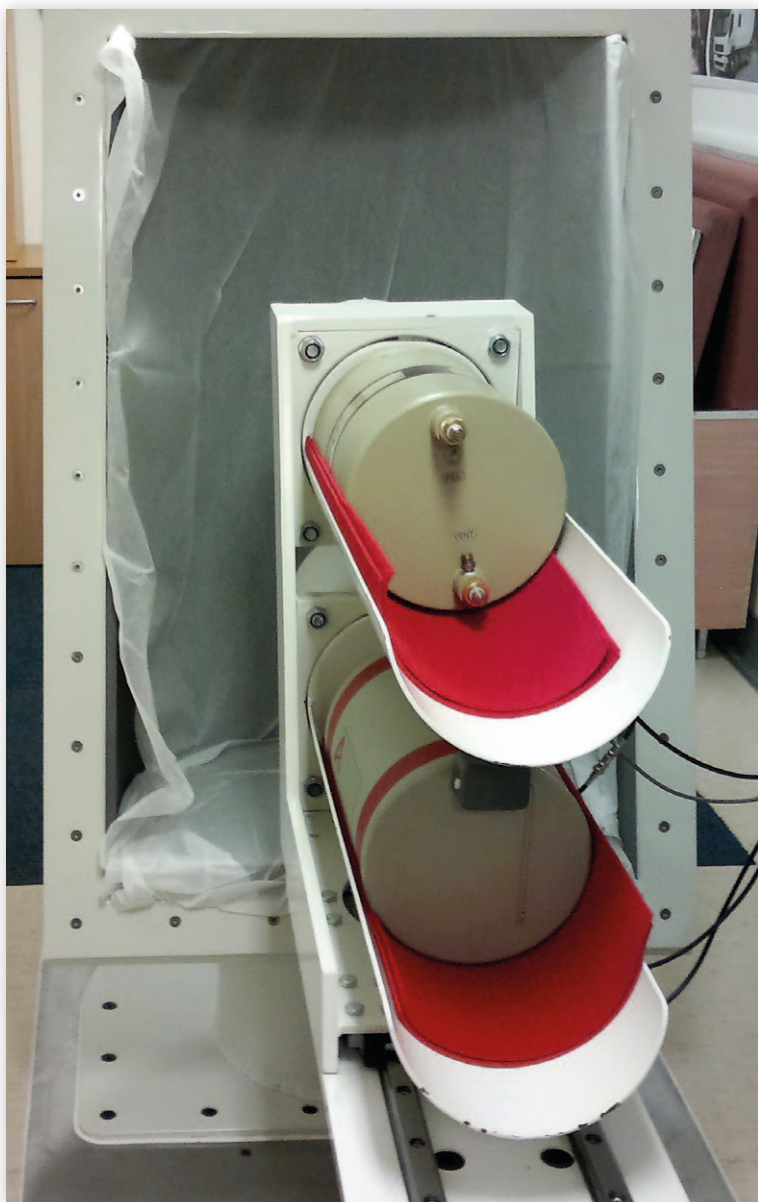
Contact person: Jussi Huikari, Radiation and Nuclear Safety Authority ([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))



**Kuva 10.1a.** Kokokehomittauksissa käytettävä liikkuva laboratorio.

**Bild 10.1a.** Det mobila laboratoriet som används för helkroppsmätningar.

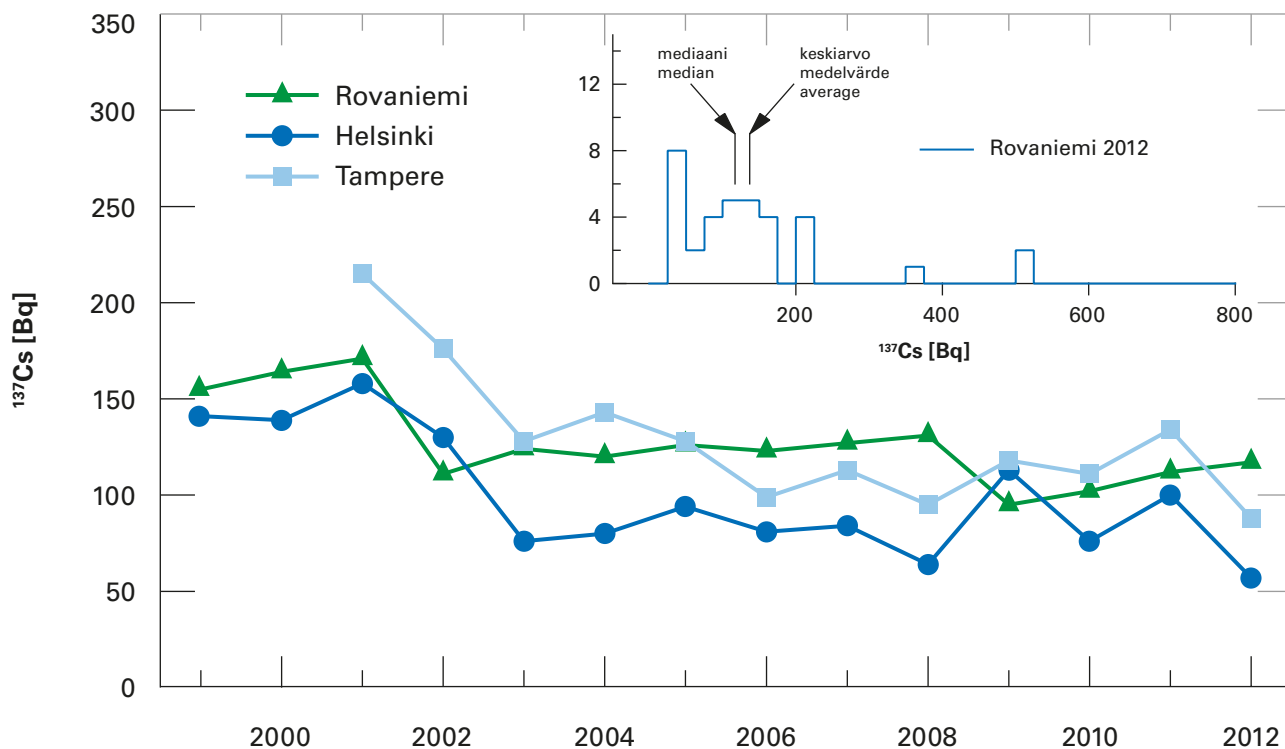
**Fig. 10.1a.** The mobile laboratory used in the whole-body measurements.



**Kuva 10.1b.** Liikkuvan laboratorion taustasuojia ja ilmaisimet.

**Bild 10.1b.** Bakgrundsskyddet och detektorerna i det mobila laboratoriet.

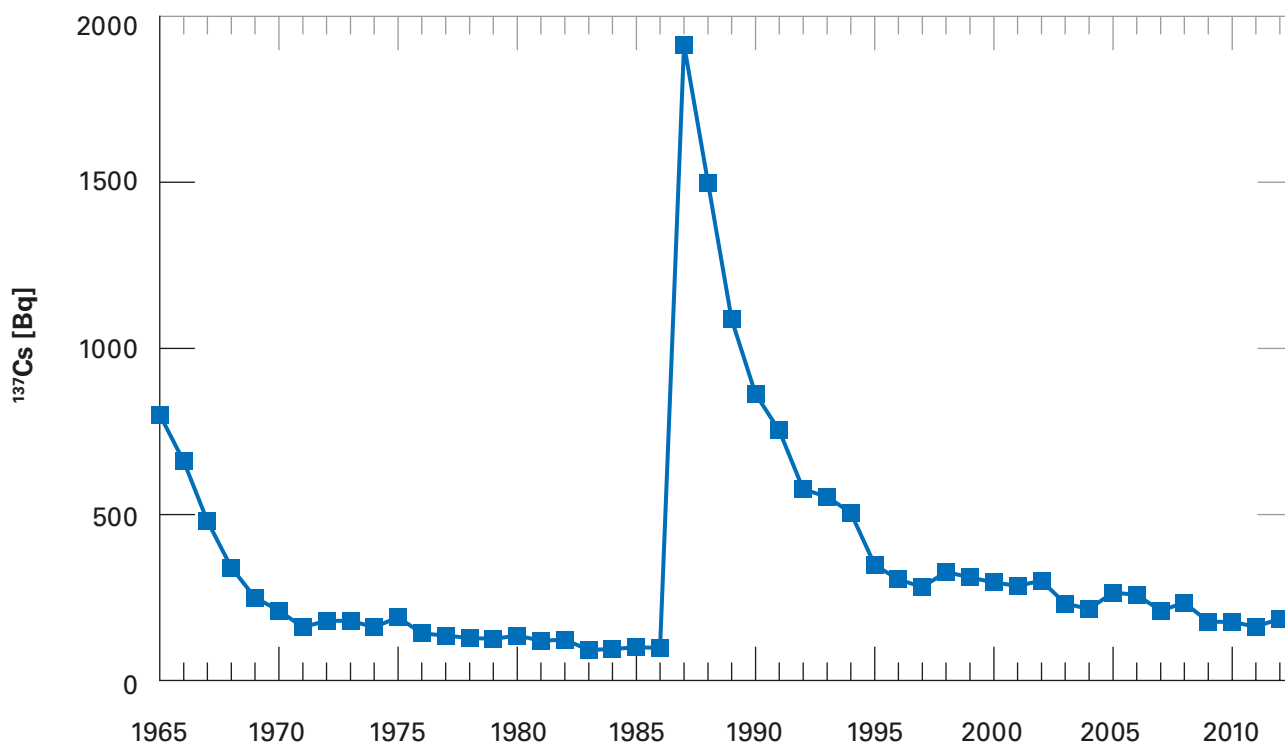
**Fig. 10.1b.** The background shield and detectors of the mobile unit.



**Kuva 10.2.** Kehossa oleva  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuus. Ryhmissä ovat mukana kaikki yli 14-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa. Varsinaisen kuvan sisällä olevassa histogrammissa on Rovaniemen jakauma vuodelta 2012.

**Bild 10.2.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  för kvinnor och män. I grupperna ingår alla mätta personer äldre än 14 år. Histogrammet innanför figuren visar fördelningen av resultaten från skolmätningarna i Rovaniemi 2012.

**Fig. 10.2.** The  $^{137}\text{Cs}$  body content as a median for women and men. All persons older than 14 years are included in the groups. The inserted histogram shows the distributions of the measurement result for the Rovaniemi group 2012.



**Kuva 10.3.** Kehossa oleva  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuus keskiarvona helsinkiläisessä vertailuryhmässä (mitattu vuosittain vuodesta 1965 lähtien).

**Bild 10.3.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde i referensgruppen i Helsingfors mätt årligen sedan 1965.

**Fig. 10.3.** Body content of  $^{137}\text{Cs}$  as the mean in the Helsinki reference group measured annually since 1965 at STUK.



# 11 Jätelietteen radioaktiiviset aineet

Ympäristön säteilyvalvontaohjelmaan otettiin vuonna 2009 mukaan Helsingin Viikinmäen jätevesipuhdistamon lietteet, joista seurataan keino- ja luonnon radionuklidien esiintymistä. Monet ympäristöön kulkeutuneet radionuklidit voidaan havaita jätevedenpuhdistamon lietteestä, sillä puhdistusprosessissa lietteeseen rikastuu monia jätevedessä olevia radionuklideja. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon lietteessä on havaittu radionuklideja, jotka ovat peräisin mm. Tshernobylin onnettomuudesta, lääkinnällisestä radioisotooppien käytöstä sekä luonnosta. Tutkimalla lietteitä saadaan myös tietoa radionuklidien kulkeutumisesta ympäristössä.

Viikinmäen jätevedenpuhdistamo otettiin käyttöön vuonna 1994. Siellä puhdistetaan paitsi Helsingin myös Vantaan, Keravan, Tuusulan, Järvenpään, Sipoon, Mäntsälän ja Pornaisen jätevedet. Vuonna 2012 puhdistamon kokonaisvirtaama oli noin 310 500 m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Kuivattua jätevesilietettä syntyi vuonna 2012 noin 62 000 tonnia.

## Näytteenotto

Jätevedenpuhdistamon raakalietteestä (kuva 11.1) ja mädätetystä kuivatusta lietteestä (kuva 11.2) otetaan neljä kertaa vuodessa näytteet, joista analysoidaan gammasäteilyä emittoivat radionuklidit. Näytteenottokuukaudet ovat helmi-, touko-, elo- ja marraskuu ja molemmat näytteet otetaan samana päivänä.

## Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa raakaliete kuivataan lämpökaapissa ja jauhetaan. Muuta esikäsittelyä näytteelle ei tehdä. Gammasäteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan jauhetuista näytteistä gammaspektrometrisesti.

Mädätetystä kuivatusta lietteestä gammasäteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan ilman esikäsittelyä. Mittaus tehdään mahdollisimman nopeasti sen jälkeen, kun näyte on saapunut laboratorioon lyhytikäisten nuklidien toteamiseksi. Kuiva-ainemääritys tehdään mittauksen jälkeen.

## Tulokset

Radionuklideja käyttävien sairaaloiden syöpäklonikoiden ja isotooppiosastojen potilaiden eritteet menevät Viikinmäen puhdistamoon. Hoitoja annetaan yleensä vain tiettyinä päivinä, joten päästöt jätevesiin jakautuvat ajallisesti epätasaisesti. Tästä johtuen sairaalanuklidien pitoisuudet lietteessä vaihtelevat suuresti.

Sairaaloissa käytettäviä radionuklideja ovat <sup>111</sup>In, <sup>131</sup>I, <sup>153</sup>Sm, <sup>177</sup>Lu ja <sup>201</sup>Tl. <sup>137</sup>Cs on peräisin Tshernobylin onnettomuudesta ja <sup>238</sup>U on vedessä luonnollisesti esiintyvä radioaktiivinen aine. Jätelietteen gamma-aktiivisten radionuklidien pitoisuudet raakalietteessä vuonna 2012 on esitetty taulukossa 11.1 ja kuivatussa lietteessä taulukossa 11.2.

Yhteyshenkilö: Kaisa Vaaramaa, Säteilyturvakeskus ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

## 11 Radioaktiva ämnen i avfallsslam

I programmet för övervakning av strålning i miljön tog man år 2009 med slammet från Avloppsreningsverket i Viksbacka i Helsingfors. Slammet skall användas för att undersöka förekomsten av artificiella radionuklider. I slammet från avloppsreningsverket kan man upptäcka många radionuklider som hamnat i miljön eftersom dessa samlas i slammet från avloppsvattnet under reningsprocessen. I slammet från Avloppsreningsverket i Viksbacka har man upptäckt radionuklider som härstammar från bl.a. Tjernobylnedfallet, från användningen av radioisotoper inom medicin samt från naturen. Genom att undersöka slammet får man också information om radionuklidernas förflyttning i miljön.

Viksbacka avloppsreningsverk togs i bruk år 1994. Här behandlas avloppsvatten förutom från Helsingfors även från Vanda, Kervo, Tusby, Träskända, Sibbo, Mäntsälä och Borgnäs. År 2012 var reningsverkets totala flöde ca 310 500 m<sup>3</sup> per dygn. Under 2012 uppstod det ca 62 000 ton torkat avloppsvattenslam.

### Provtagning

Fyra gånger per år tar man prov från avloppsreningsverkets råslam (bild 11.1) och rötade torkade slam (bild 11.2) och analyserar radionukliderna som emitterar gammastrålning. Provtagningsmånaderna är februari, maj, augusti och november. Båda proven tas på samma dag.

### Hantering och analys av proven

Råslammet torkas i ett värmeskåp och mals i ett laboratorium. Någon annan förbehandling görs inte med provet. De radioaktiva ämnen som sänder gammastrålning i de malda proven analyseras med gammaspektrometer.

De radioaktiva ämnena som finns i det rötade slammet och sänder gammastrålning analyseras utan förbehandling. För att observera de kortlivade radionukliderna görs mätningen så snabbt som möjligt efter att provet anlänt till laboratoriet. Bestämning av torrsubstansen görs efter mätningen.

### Resultat

Exkret från patienterna på cancerkliniker och vid isotopavdelningar i sjukhus där man använder radionuklider går till reningsverket i Viksbacka. Behandlingarna ges oftast bara på vissa dagar så utsläppen i avloppsvattnet fördelas tidsmässigt ojämnt. Till följd av detta finns det stora variationer i halterna av sjukhusnuklider i slammet.

På sjukhus används radionukliderna <sup>111</sup>In, <sup>131</sup>I, <sup>153</sup>Sm, <sup>177</sup>Lu och <sup>201</sup>Tl. <sup>137</sup>Cs härstammar från Tjernobylnedfallet och <sup>238</sup>U förekommer naturligt i vatten. Halterna av gamma-aktiva radionuklider i avfallsslammet år 2012 finns presenterade i tabell 11.1 (råslam) och i tabell 11.2 (torkat slam).

---

Kontaktperson: Kaisa Vaaramaa, Strålsäkerhetscentralen ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

# 11 Radioactive substances in wastewater sludge

In 2009, the programme for the surveillance of environmental radiation was expanded to monitor the occurrence of artificial radionuclides in sludge from the Viikinmäki wastewater treatment plant in Helsinki. Sludge is a sensitive indicator of radionuclides that enter the environment since many radionuclides in wastewater are enriched during the water treatment process. Sludge from the Viikinmäki wastewater treatment plant has been found to contain radionuclides that originate, for instance, in the Chernobyl accident, medical use of radioisotopes and natural sources. Investigating sludge also provides useful information about the transfer of radionuclides in the environment.

The Viikinmäki wastewater treatment plant in Helsinki was taken into use in 1994. The plant processes the wastewater of Helsinki, Vantaa, Kerava, Tuusula, Järvenpää, Sipoo, Mäntsälä and Pornainen. In 2012, about 310 500 m<sup>3</sup> of wastewater per day flowed through the plant. The plant produced 62 000 tonnes of dried waste sludge in 2012.

## Sampling

Samples of undigested sludge (Fig. 11.1) and dewatered sludge (Fig. 11.2) from the wastewater treatment plant are collected four times a year and analyzed for gamma-emitting radionuclides. Samples are collected in February, May, August and November. Both types of samples are collected on the same day.

## Pre-treatment and analyses

In the laboratory, the samples of undigested sludge are dried in a drying oven and ground into powder. The samples are not pre-treated in any other way. The samples are then analysed gamma-spectrometrically for gamma-emitting radioactive substances.

The samples of dewatered sludge are analysed for gamma-emitting radioactive substances without any pre-treatment. Measurements are carried out as soon as possible after the samples have arrived in the laboratory in order to detect any short-term nuclides. The percentage of dry material in the samples is determined after the measurements.

## Results

The Viikinmäki wastewater treatment plant processes excretion from patients that have been treated with radioactive isotopes. Treatments are usually given only on certain weekdays so the emission of radionuclides into wastewater is distributed unevenly regarding the time. As a result, the concentrations of such radionuclides in the sludge vary a great deal.

Radionuclides used in hospitals include <sup>111</sup>In, <sup>131</sup>I, <sup>153</sup>Sm, <sup>177</sup>Lu and <sup>201</sup>Tl. <sup>137</sup>Cs derives from the Chernobyl accident, while <sup>238</sup>U is a natural radioactive substance that can be found in water. The concentrations of gamma-emitting radionuclides in undigested sludge and dewatered sludge in 2012 are presented in Tables 11.1 and 11.2, respectively.

Contact person: Kaisa Vaaramaa, Radiation and Nuclear Safety Authority ([kaisa.vaaramaa@stuk.fi](mailto:kaisa.vaaramaa@stuk.fi))

**Taulukko 11.1.** Gammaa emittoivat radionuklidit Viikinmäen jätevedenpuhdistamon raakalietteessä Bq/kg kuivapainoa kohden vuonna 2012.

**Tabell 11.1.** Gammastrålande radioaktiva ämnen i råslammet från Viksbacka avloppsreningsverk Bq/kg torrvtikt år 2012.

**Table 11.1.** Gamma-emitting radionuclides in undigested sludge in the Viikinmäki wastewater treatment plant Bq/kg dry weight in 2012.

Sampling date	<sup>111</sup> In	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs	<sup>153</sup> Sm	<sup>177</sup> Lu	<sup>201</sup> Tl	<sup>238</sup> U
8.2.2012	1.7 ± 25%*	3000 ± 9%	6.6 ± 10%	65 ± 10%	740 ± 9%	120 ± 11%	460 ± 11%
14.5.2012	2.1 ± 22%	2000 ± 5%	7.0 ± 8%	23 ± 9%	1300 ± 6%	68 ± 10%	370 ± 11%
20.8.2012	13 ± 10%	3600 ± 5%	7.2 ± 12%	—	5200 ± 4%	210 ± 9%	320 ± 26%
12.11.2012	—	3100 ± 6%	8.5 ± 8%	—	3600 ± 6%	75 ± 10%	420 ± 12%

\*one sigma uncertainty

**Taulukko 11.2.** Gammaa emittoivat radionuklidit Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kuivatussa lietteessä Bq/kg kuivapainoa kohden vuonna 2012.

**Tabell 11.2.** Gammastrålande radioaktiva ämnen i det torkade slammet från Viksbacka avloppsreningsverk Bq/kg torrvtikt år 2012.

**Table 11.2.** Gamma-emitting radionuclides in dewatered sludge in the Viikinmäki wastewater treatment plant Bq/kg dry weight in 2012.

Sampling date	<sup>111</sup> In	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs	<sup>153</sup> Sm	<sup>177</sup> Lu	<sup>201</sup> Tl	<sup>238</sup> U
8.2.2012	—	370 ± 5%	11 ± 5%	24 ± 7%	790 ± 6%	8.1 ± 12%	840 ± 5%
14.5.2012	—	300 ± 5%	8.5 ± 5%	21 ± 7%	760 ± 3%	10 ± 13%	690 ± 5%
20.8.2012	1.1 ± 12%*	170 ± 5%	8.3 ± 5%	16 ± 8%	400 ± 3%	8.7 ± 19%	640 ± 6%
12.11.2012	0.5 ± 18%	170 ± 5%	13 ± 5%	—	1100 ± 6%	14 ± 11%	840 ± 5%

\*one sigma uncertainty



**Kuva 11.1.** Raakaliete.

**Bild 11.1.** Råslam.

**Fig. 11.1.** Undigested sludge.



**Kuva 11.2.** Kuivattu liete.

**Bild 11.2.** Torkat slam.

**Fig. 11.2.** Dewatered sludge.

## 12 Radioaktiiviset aineet Itämeressä

Kaikki Itämeren maat ovat ratifioineet Helsingin sopimuksen eli Itämeren merellisen ympäristön suojelusopimuksen. Helsinki-komissio (HELCOM) koordinoi kansainvälistä yhteistyötä, joka huolehtii sopimuksen täytäntöönpanosta. Komission suosituksessa 26/3 on määritelty ohjelma, jonka avulla valvotaan radioaktiivisten aineiden esiintymistä, kulkeutumista ja määrää Itämeressä. Kaikki Itämeren rantavaltiot osallistuvat valvontaan omalla osuudellaan. Suomen osuutena on ottaa vuosittain noin sata näytettä Itämeren vedestä, pohjasedimenteistä, kaloista ja muista eliöistä, analysoida niissä olevat radioaktiiviset aineet ja raportoida tulokset komission tietokantaan. Säteilyturvakeskus vastaa Suomen osuudesta ohjelmassa. Tuloksista laaditaan yhteisraportteja määrääjain. Lisäksi STUK ylläpitää päästörekisteriä, johon kaikkien Itämeren piirissä toimivien ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt raportoidaan vuosittain.

### Näytteenotto

Merivesi-, pohjasedimentti-, kala- ja muiden eliönäytteiden (kuten levät ja pohjaeläimet) näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 12.1. Näytteet otetaan vuosittain tutkimusalue Arandalla, sekä rannikon läheisyydessä STUKin tai paikallisten näytteenottajien toimesta.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Säteilyturvakeskuksen Ympäristön säteilyvalvontaosasto (VALO) on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T167, akkreditointivaatimus EN ISO/IEC 17025:2005.

### Tulokset

Itämeri on ollut intensiivisen radioekologisen tutkimuksen kohteena jo 1950-luvun lopulta alkaen. Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa 1986 tapahtunut onnettomuus lisäsi edelleen siihen kohdistu-

nutta radioekologista mielenkiintoa, sillä Itämeri oli kaikkein eniten laskeumaa saanut merialue maapallolla.

Tshernobylin laskeuma jakautui hyvin epätasaisesti Itämeren valuma-alueelle; eniten laskeumaa kertyi Selkämeren ja itäisen Suomenlahden alueille. Vuosien kuluessa Tshernobyli-cesiumin levinneisyyskuva on muuttunut jokien tuoman cesiumin, vesimassojen sekoittumisen, merivirtojen ja sedimentoitumisen vaikutuksesta. Cesiumia on kulkeutunut virtausten mukana Suomenlahdelta ja Pohjanlahdelta varsinaiselle Itämerelle, ja edelleen Tanskan salmien kautta Pohjanmerelle.

Vuonna 2012 pinnan läheisessä vesikerroksessa mitattiin  $^{137}\text{Cs}$ :ää 18–35 becquereliä kuutiometrissä vettä ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Vaikka  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet merivedessä ovat laskeneet huippuvuosista (kuva 12.2), Itämeri on yhä maailman saastunein merialue  $^{137}\text{Cs}$ :n suhteen. Pohjasedimenteissä  $^{137}\text{Cs}$ :n kokonaismäärät pinnasta noin 30 cm syvyyteen olivat itäisen Suomenlahden ja Selkämeren havaintopaikoissa 28 000 – 30 400 becquereliä neliometrillä ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ). Muissa Itämeren alueen havaintopaikoissa kokonaismäärät vaihtelivat välillä 880 – 5 420  $\text{Bq}/\text{m}^2$ . Itämeren pohjaan arvioidaan olevan varastoituneena  $2,2 \times 10^{15}$  Bq (2,2 terabecquereliä)  $^{137}\text{Cs}$ :ää, josta yli puolet on sitoutuneena Selkämeren pohjasedimentteihin. Merivedestä mitatut tritiumpitoisuudet vaihtelivat <940 – 2 800 becquereliä kuutiometrissä ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

Vuonna 2012 cesiumin pitoisuudet vaihtelivat Suomen rannikoilta pyydetyissä hauissa 7–24 becquereliä kilossa ( $\text{Bq}/\text{kg}$ ) ja olivat silakoissa korkeimmillaan 7  $\text{Bq}/\text{kg}$  (kuva 12.3). Itämeren kaloista suomalaisille aiheutunut sisäisen säteilyannos oli alle 0,5 mikrosieverttiä ( $\mu\text{Sv}$ ) vuonna 2012.

Yhteyshenkilö: Tarja K. Ikäheimonen, Säteilyturvakeskus ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))

## 12 Radioaktiva ämnen i Östersjön

Alla Östersjöländer har ratificerat Östersjökonventionen, Konventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö. Helsingforskommissionen (HELCOM) koordinerar det internationella samarbetet, som sörjer för konventionens genomförande. HELCOMs rekommendation 26/3 definierar programmet för övervakning av förekomst, transport och mängder av radioaktiva ämnen i Östersjön. Alla Östersjöländer deltar i övervakningen med egna nationella program. Finlands andel innebär ca hundra prov på havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota, analysering av radioaktiva ämnen i dem och rapportering av resultaten till HELCOMs databas. STUK är ansvarigt för Finlands andel i programmet. Resultaten publiceras i gemensamma rapporter regelbundet. Därtill upprätthåller STUK ett utsläppsregister, i vilket parterna rapporterar årliga utsläppsdata från alla de kärnanstalter som är i drift i Östersjöområdet.

### Provtagning

Provtagningsplatserna för havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota presenteras i bild 12.1. Prov tas årligen av det finska forskningsfartyget Aranda samt i kustområdena av STUKs personal eller andra lokala provtagare.

### Hantering och analys av proven

Avdelningen för Miljöövervakning av strålning (VALO) vid Strålsäkerhetscentralen är ackrediterat av FINAS Finnish Accreditation Service som testningslaboratorium T167. Laboratoriet uppfyller kraven i EN ISO/IEC 17025:2005.

### Resultat

Sedan 1950-talet har Östersjön varit föremål för intensiva radioekologiska undersökningar. Olyckan i

Tjernobyl år 1986 ökade vidare dess radioekologiska intresse, då Östersjön var det marina område som var mest påverkat av Tjernobylnedfallet. Nedfallet blev mycket ojämnt fördelat i avrinningsområdet till Östersjön; områdena kring Bottenhavet och östra Finska viken mottog mest nedfall. Under årens lopp har spridningsbilden av Tjernobylcesium något förändrats som följd av älvutsläpp, blandning av vattenmassorna, havsströmmar och sedimentationsprocesser. Cesium har transporterats med havsströmmarna från Finska viken och Bottenhavet till den egentliga Östersjön och vidare ut från Östersjön genom de danska sunden.

År 2012 varierade halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i ytvattnet 18–35 becquerel per kubikmeter ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Även om  $^{137}\text{Cs}$  halterna i havsvattnet har minskat med tiden efter olyckan i Tjernobyl (bild 12.2), är Östersjön fortfarande världens mest förorenade havsområde vad gäller  $^{137}\text{Cs}$ . Totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  i botten-sedimenten var 28 000 – 30 400 becquerel per kvadratmeter ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ) i provtagningsstationerna i östra Finska viken och Bottenhavet. I de andra stationerna vid Östersjön varierade totalmängderna mellan 880 – 5 420  $\text{Bq}/\text{m}^2$ . Den totala mängden  $^{137}\text{Cs}$  i Östersjöns sediment uppskattas vara ca  $2,2 \times 10^{15}$  Bq (2,2 terabecquerel). Över hälften av detta är bundet i Bottenhavets sediment. Tritium-halterna i havsvatten varierade mellan <940 – 2 800  $\text{Bq}/\text{m}^3$ .

År 2012 varierade cesiumhalterna i gäddorna mellan 7–24  $\text{Bq}/\text{kg}$  och var i strömmingarna som högst 7  $\text{Bq}/\text{kg}$  (bild 12.3) vid den Finska kusten. Den interna stråldos som finländare fick från Östersjöfiskar år 2012 uppskattades vara 0,5  $\mu\text{Sv}$ .

Kontaktperson: Tarja K. Ikäheimonen, Strålsäkerhetscentralen ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))



## 12 Radioactive substances in the Baltic Sea

All Baltic Sea countries have ratified the Helsinki Convention, the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area. The Helsinki Commission (HELCOM) co-ordinates the international co-operation focusing on the implementation of the Convention. Recommendation 26/3 of the HELCOM defines the programme for monitoring the occurrence, transport and amounts of radionuclides in the Baltic Sea. All the Baltic Sea countries contribute to the monitoring with their own national programmes. The Finnish contribution consists of about one hundred annual samples from seawater, bottom sediments, fish and other biota, analysis of radioactive substances and reporting of the results to the HELCOM database. STUK is responsible for the Finnish part of the programme. The results are published in Joint Reports regularly. In addition, STUK maintains a Discharge Register, to which the Contracting Parties report annually discharge data from all nuclear facilities operating in the Baltic Sea area.

### Sampling

The sampling stations or areas for seawater, bottom sediments, fish and other biota are shown in Fig. 12.1. The samples are taken annually on board of the Finnish Research Vessel Aranda or in the coastal areas by the staff of STUK or other local people.

### Pre-treatment and analysis

Environmental Radiation Surveillance (VALO) at STUK is a testing laboratory accredited by FINAS Finnish Accreditation Service under the registration number T167. The laboratory meets the requirements laid down in standard EN ISO/IEC 17025:2005.

### Results

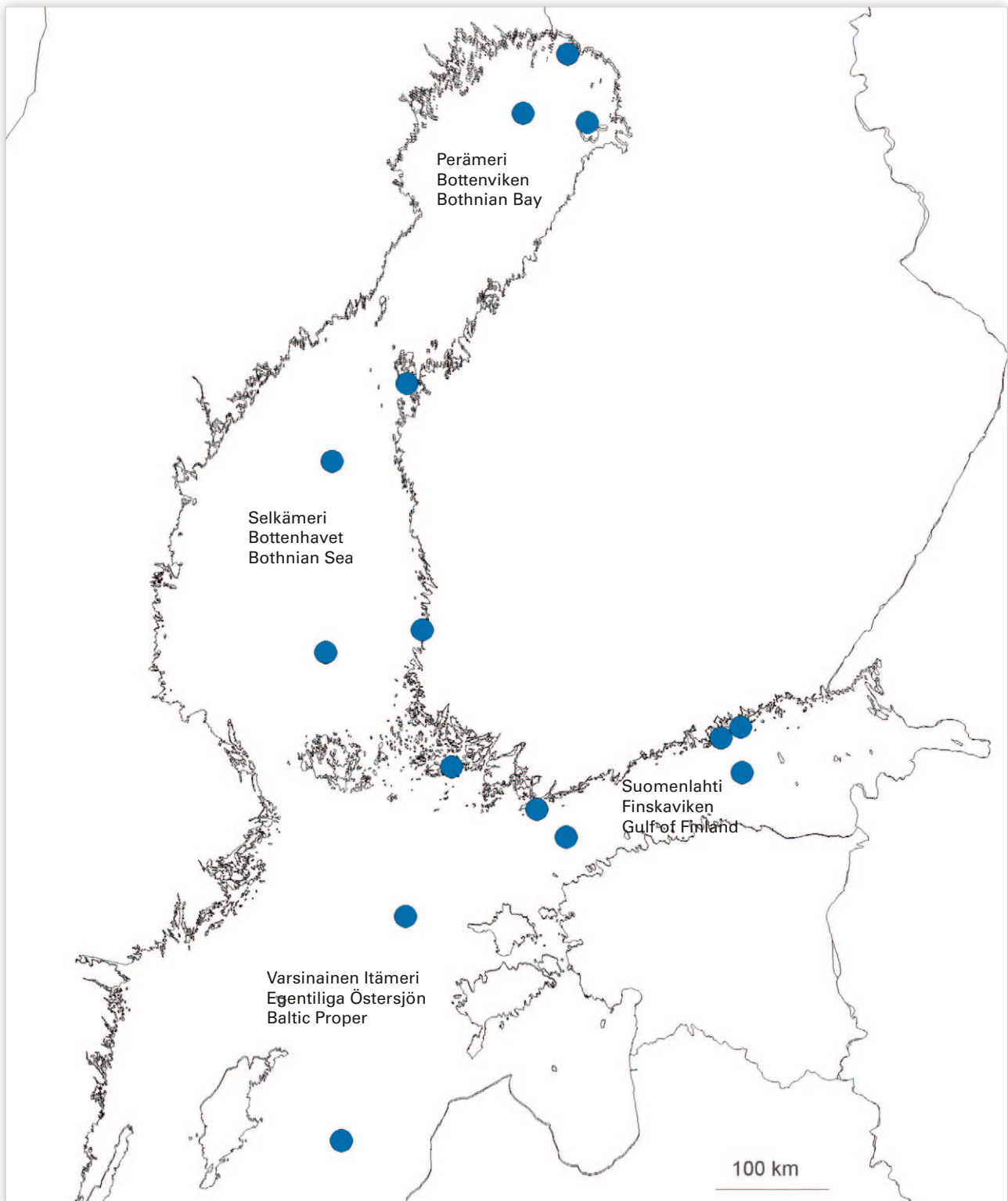
Since the late 1950's the Baltic Sea has been an object of intensive radioecological studies. The

accident at the Chernobyl NPP, in 1986, increased further its radioecological interest because the Baltic was the marine area most affected by the Chernobyl fallout. The fallout from Chernobyl was very unevenly dispersed in the drainage area of the Baltic Sea; the areas of the Bothnian Sea and the eastern part of the Gulf of Finland received most of deposition. In the course of time the distribution pattern of the Chernobyl-derived cesium has somewhat changed as a consequence of river discharges, mixing of water masses, sea currents and sedimentation processes. Cesium has been transported by sea currents from the Gulf of Finland and the Gulf of Bothnia into the Baltic Proper and further out from the Baltic Sea through the Danish Straits.

In 2012, the  $^{137}\text{Cs}$  concentrations of surface water varied from 18 to 35 becquerel in cubic metre ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Even though the  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in seawater have decreased with time (Fig. 12.2), the Baltic Sea is still the most contaminated sea in the world with respect of  $^{137}\text{Cs}$ . The total amounts of  $^{137}\text{Cs}$  in bottom sediments were 28 000 – 30 400  $\text{Bq}/\text{m}^2$  at the sampling stations of the eastern Gulf of Finland and the Bothnian Sea. At the other stations of the Baltic Sea the amounts of cesium were clearly smaller: 880 – 5 420  $\text{Bq}/\text{m}^2$ . According to a recent evaluation, the total inventory of  $^{137}\text{Cs}$  in the Baltic Sea sediments was about  $2.2 \times 10^{15}$  Bq (2,2 tera becquerel), and more than half from this was bound in the seabed of the Bothnian Sea. Tritium concentrations in sea water varied < 940 – 2 800 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

In 2012, the cesium concentrations varied 7–24  $\text{Bq}/\text{kg}$  in pikes caught from the Finnish coasts while in Baltic herrings they were 7  $\text{Bq}/\text{kg}$  in maximum (Fig. 12.3). The internal radiation dose from Baltic Sea fish to Finnish people was estimated to be less than 0,5  $\mu\text{Sv}$  in 2012.

Contact person: Tarja K. Ikäheimonen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))

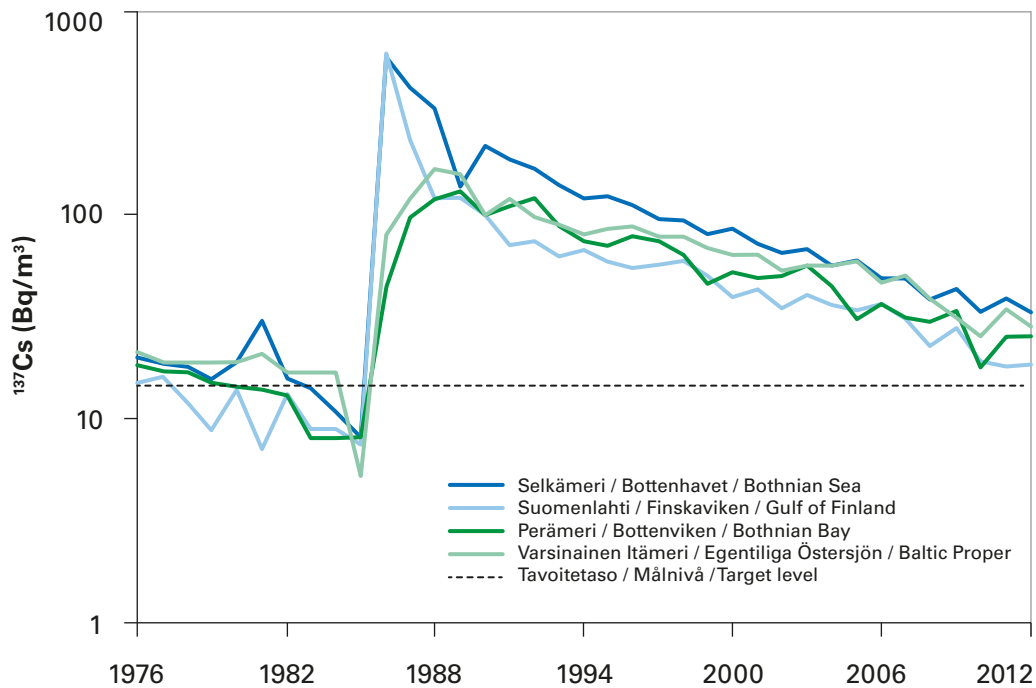


**Kuva 12.1.** Näytteenottopisteet merivedelle, pohjasedimentille, kaloille ja muulle biotalle.

**Bild 12.1.** Provtagningsplatserna för havsvatten, botten sediment, fisk och annan biota.

**Fig. 12.1.** Sampling stations and areas for sea water, bottom sediment, fish and other biota.

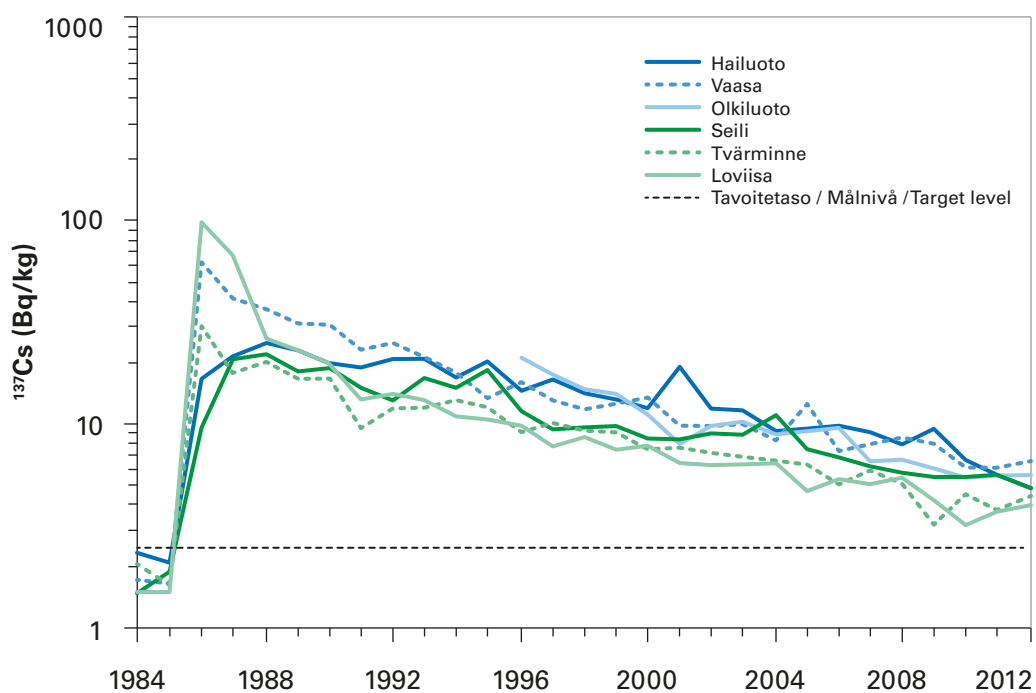




**Kuva 12.2.**  $^{137}\text{Cs}$ :n aktiivisuuspitoisuus ( $\text{Bq/m}^3$ ) merivedessä vuosina 1976–2012.

**Bild 12.2.**  $^{137}\text{Cs}$ -halter ( $\text{Bq/m}^3$ ) i ytvatten år 1976–2012.

**Fig. 12.2.** Activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  ( $\text{Bq/m}^3$ ) in seawater during 1976–2012.



**Kuva 12.3.**  $^{137}\text{Cs}$ :n aktiivisuuspitoisuus ( $\text{Bq/kg}$ ) Itämerestä pyydystetyssä kalassa (silakka) 1984–2012.

**Bild 12.3.**  $^{137}\text{Cs}$ -halter ( $\text{Bq/kg}$ ) i fisk (strömming) i Östersjön år 1984–2012.

**Fig. 12.3.** Activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  ( $\text{Bq/kg}$ ) in fish (herring) in the Baltic Sea during 1984–2012.

## LIITE 1

# Ionisoivaan säteilyyn liittyviä keskeisiä suureita ja niiden yksiköitä

### Aktiivisuus

Aineen radioaktiivisuutta määrällisesti kuvaava suure on aktiivisuus, jonka yksikkö on becquerel (Bq). Lähteen tai aineen aktiivisuus on 1 Bq, kun siinä tapahtuu keskimäärin yksi radioaktiivinen hajoaminen sekunnissa.

### Aktiivisuuspitoisuus

Mitattaessa radioaktiivisten aineiden aktiivisuutta tilavuus- tai painoyksikköä kohden kaasuissa, nesteissä tai kiinteissä aineissa käytetään suuretta aktiivisuuspitoisuus, jonka yksikkö voi olla Bq/m<sup>3</sup>, Bq/l tai Bq/kg.

### Säteilyannos

Säteilyannoksella tarkoitetaan yleisesti sitä energiamäärää, jonka säteily jättää kohdeaineeseen sen painoyksikköä kohti. Tässä raportissa käytettävällä säteilyannoksella tarkoitetaan kuitenkin ns. **efektiivistä säteilyannosta**, joka kuvaa sitä terveysriskiä (lähinnä syöpäriskiä), jonka ihmiseen kohdistuva säteily aiheuttaa. Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv). 1 Sv vastaa noin 5 % todennäköisyyttä saada elinaikana säteilystä aiheutunut syöpä. Käytännössä käytetään sievertin tuhannesosaa, millisievert (mSv) tai sievertin miljoonasosaa, mikrosievert (μSv). Jos ihminen saa mistä tahansa säteilylähteestä 1 mSv efektiivisen säteilyannoksen, on hänellä noin 0,005 % todennäköisyys saada tästä aiheutuva syöpä elinaikanaan. Koska suomalaisia on noin 5,4 miljoonaa ja heidän keskimääräinen ionisoivasta säteilystä saama annos on 3,7 mSv vuodessa, tarkoittaa se, että ionisoiva säteily aiheuttaa Suomessa noin 1 000 syöpätapausta vuosittain.

### Puoliintumisaika

Koska radioaktiivinen aine hajoaa itsestään toiseksi alkuaineeksi, sen määrä jatkuvasti pienenee, ellei sitä synny lisää jonkin toisen radioaktiivisen aineen hajoamistuotteena tai ellei sitä synnytetä kei-  
notekoisesti. Jokaisella radioaktiivisella aineella on oma keskimääräinen nopeutensa, jolla se hajoaa. Puoliintumisajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu radioaktiivisen aineen määrän (ja samalla aktiivisuuden) vähenemiseen puoleen alkuperäisestä.

## BILAGA 1

# Joniserande strålning, dess viktigaste storheter och deras enheter

### Aktivitet

Mängden av ett radioaktivt ämne beskrivs med dess aktivitet. Aktivitetens enhet är becquerel (Bq). Ämnets aktivitet är 1 Bq, då det i genomsnitt sker ett radioaktivt sönderfall per sekund.

### Aktivitetskoncentration

Mängd av ett radioaktivt ämne i gaser, vätskor eller fasta ämnen uppges som en aktivitetskoncentration, vilkens enhet kan vara Bq/m<sup>3</sup>, Bq/l eller Bq/kg.

### Stråldos

Stråldos betyder den mängd energi som strålning lämnar i målmaterialen per viktenhet. I denna rapport avses med stråldos dock den så kallade **effektiva dosen**, vilket indikerar den hälsorisk (främst risken för cancer), som strålningen orsakar på människor. Enheten för effektiv dos är sievert (Sv). 1 Sv motsvarar cirka 5 % risk för att få cancer från strålning under livstid. I praktiken används tusendels Sievert, milliSievert (mSv), eller miljondels Sievert, mikroSievert (µSv). Om en person får 1 mSv effektiv dos från en strålkälla, har han/hon ungefär 0,005 % sannolikhet att få cancer under sin livstid p.g.a. detta. Eftersom det finns ungefär 5,4 miljoner finländare och deras genomsnittliga stråldos från joniserande strålning är 3,7 mSv per år, betyder det att joniserande strålning orsakar ungefär 1 000 cancerfall årligen i Finland.

### Halveringstid

Eftersom det radioaktiva ämnet faller sönder till andra element av sig själv, så minskar dess mängd kontinuerligt, ifall det inte är en sönderfallsprodukt av ett annat radioaktivt ämne eller skapas konstgjort. Varje radioaktivt ämne har sin egen genomsnittliga sönderfallshastighet. Halveringstiden är den tid som förflyter när mängden av ett radioaktivt ämne (och därmed dess aktivitet) minskar till hälften av den ursprungliga mängden.

## APPENDIX 1

### Ionising radiation, the key parameters and their units

#### Activity

Quantity of a radioactive material is described by its activity. The unit of activity is becquerel (Bq). Activity of a radioactive material is 1 Bq, when there happens, as an average, one radioactive decay per second.

#### Activity concentration

Quantity of a radioactive material per unit volume or weight of gases, liquids or solids is given in general as an activity concentration. Concentration unit can be Bq/m<sup>3</sup>, Bq/l or Bq/kg.

#### Radiation dose

Radiation dose refers generally to the amount of energy left by radiation in the target material per its unit weight. In this report the radiation dose means, however, the so-called **effective dose**, which indicates the health risk (mainly the risk of cancer) caused by radiation on humans. Unit of effective dose is sievert (Sv). 1 Sv corresponds to about 5% likelihood to get a radiation induced cancer. In practice thousandth of sievert, millisieverts (mSv), or millionth of sievert, microsievert (µSv), are used. If a person receives 1 mSv effective dose from any source of radiation, he/she has approximately of 0.005% probability of getting a cancer as the result of this dose during his/her lifetime. Since there are some 5.4 million inhabitants in Finland and their average dose from ionizing radiation is 3.7 mSv per year, it means that ionizing radiation causes in Finland some 1 000 cancer incidents annually.

#### Half-life

Since the radioactive substance decays naturally to another element, its amount declines continuously, if it is not a decay product of other radioactive substance, or if it is not created artificially. Each radioactive substance has its own average speed at which it decays. Half-life means the time during which the amount of radioactive substance (and thus the activity) lessens to half of the original amount.



---

# STUK-B-sarjan julkaisuja

## STUK-B-rapporter

## STUK-B reports

**STUK-B 165** Weltner A (toim.) Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2013.

**STUK-B 164** Finnish report on nuclear safety. Finnish 6th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

**STUK-B 163** Kainulainen E (toim.). Ydinturvaluus. Neljännesvuosiraportti 1/2013.

**STUK-B 162** Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2012.

**STUK-B 161** Helasvuo T (toim.) Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011.

**STUK-B 160** Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2012.

**STUK-B 159** Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2012 – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2012 – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2012.

**STUK-B 158** Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2012.

**STUK-B 157** Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2012.

**STUK-B 156** Weltner A (toim.) Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2012.

**STUK-B 155** Kainulainen E (toim.). Ydinturvaluus. Neljännesvuosiraportti 4/2012.

**STUK-B 154** Kainulainen E (toim.). Ydinturvaluus. Neljännesvuosiraportti 3/2012.

**STUK-B 153** Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2012.

**STUK-B 152** Kainulainen E (toim.). Ydinturvaluus. Neljännesvuosiraportti 2/2012.

**STUK-B 151** Rantanen E. (ed.). Radiation practices. Annual report 2011.

**STUK-B 150** Weltner A (toim.) Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2012.

**STUK-B 149** Kainulainen E (toim.) Ydinturvaluus. Neljännesvuosiraportti 1/2012.

**STUK-B 148** Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2011 – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2011 – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2011.

**STUK-B 147** Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2011.

---

### STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilla:

[http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/fi\\_FI/valvontaraportit/](http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/fi_FI/valvontaraportit/)

### STUK-B-rapporter på STUKs hemsidor:

[http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/sv\\_FI/valvontaraportit/](http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/sv_FI/valvontaraportit/)

### STUK-B reports on STUK's home pages:

[http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/en\\_GB/valvontaraportit/](http://www.stuk.fi/julkaisut/maataykset/en_GB/valvontaraportit/)







Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

ISBN 978-952-478-831-1 (PDF)  
ISSN 0781-1713